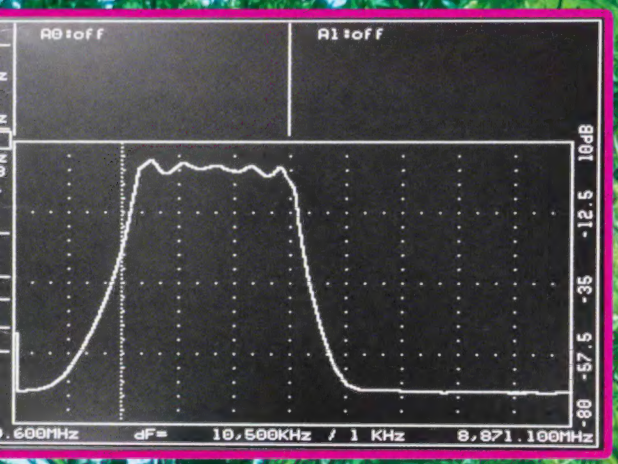
www.radio.ru

7•2025

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Приставка для наблюдения АЧХ ВЧ-цепей



- *Приёмник для мультиплексов*
- *Акустический выключатель*
- *Самодельный RGB-индикатор*
- *Суточный таймер*

...и ещё 8 конструкций

ISSN-0033-765X
25007
9 770033 765009

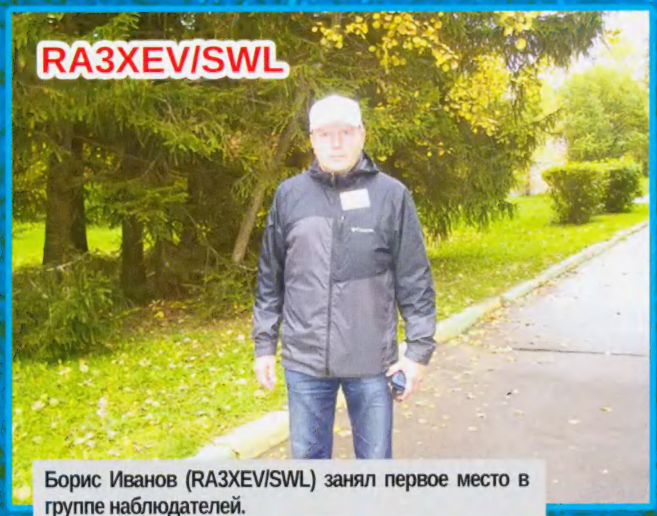
7
2025

Мемориал А. С. Попова 2025 — итоги

(см. статью на с. 49)

Сергей Фертиков из команды R1ZM, занявшей второе место в группе MULTI-OP LOW MIXED.

Команда радиостанции R0AK — лучший результат в группе HIGH MIXED JUNIOR. Сидят слева направо: Алексей Клундук, тренер — Александр Иванович Смахтин (R0AA), Надежда Новикова, стоит — Фёдор Брязгин.



Борис Иванов (RA3XEV/SWL) занял первое место в группе наблюдателей.

Владимир Попов (R3OM) — первое место в группе SINGLE-OP HIGH MIXED.

Команда радиостанции RC0AR, занявшая первое место в группе HIGH SSB JUNIOR. Слева направо: тренер — Аркадий Павлович Иванкин (RD0A), Андрей Глушков, Андрей Карелин.

Команда радиостанции RC9J, занявшая первое место в группе MULTI-OP HIGH MIXED, слева направо — Александр Умаров (R9JE), Алексей Зотов (R9JR).

Победитель в группе SINGLE-OP LOW CW — Сергей Рожков (UA3RBR).

Валентин Бурый (UA6AK) — победитель в группе SINGLE-OP LOW SSB.

В группе LOW MIXED с одним оператором лучший результат показал Владимир Пчелин (UA6GO).

Команда радиостанции RL9M, показавшая лучший результат в группе LOW SSB JUNIOR. Слева направо: Александра Шилкина, Таисия Купреева и Мария Майер.

В НОМЕРЕ:

НАУКА И ТЕХНИКА 4

А. ГОЛЫШКО. Войны будущего 4

РАДИОПРИЁМ 8

В. ШЕПТУХИН. Новости вещания 8
Ю. РУКАВИШНИКОВ. Приёмник звукового сопровождения для мультиплексов 1 и 2 10

ИЗМЕРЕНИЯ 12

В. ПОПОВ, В. ДЕНИСОВ. Приставка к VGA-монитору для наблюдения АЧХ ВЧ-цепей 12

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 24

М. МАРКОВ. Питание нагрузки от внешнего аккумулятора 24
В. КАЛАШНИК. Регулируемый стабилизатор напряжения 26
И. НЕЧАЕВ. Эквивалент аккумулятора 28

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 29

В. РУБАШКА. Буквы русского алфавита на семисегментном индикаторе 29

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 32

С. ДОЛГАНОВ. Самодельные конденсаторы переменной ёмкости 32

РЕМОНТ 40

И. АНДРИАНОВ. Ремонт шарнира панели дисплея ноутбука Asus Eee PC4G 40
С. БИРЮКОВ. "Ремонт" аккумуляторной батареи гайковёрта 41

ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 43

В. ТЮРИН. Нижний Новгород — колыбель советской радиоламповой промышленности 43

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 46

Л. НЕФЕДЬЕВА, Ю. РЯБЧУК. Суточный таймер 46

"РАДИО" — О СВЯЗИ 49

Мемориал А. С. Попова 2025 — итоги 49
А. БЕЗМЕНОВ. Радиоэкспедиция в Бенин 53
С. КУЛТЫШЕВА. Молодёжная коллективная радиостанция RK9CYA — в Мемориале "Победа-80" . . . 55

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 57

Д. МАМИЧЕВ. Самодельный семисегментный RGB-индикатор 57
С. СЕМИХАТСКИЙ. Акустический выключатель подсветки дисплея городского телефона 61
Р. СЕРГЕЕНКО. Викторина "Платы расширения DFRobot" 63

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 47).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 3, 4, 42, 48, 56, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Приставка к VGA-монитору для наблюдения АЧХ ВЧ-цепей (см. статью на с. 12).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

БП МАЛОГАБАРИТНОЙ ЭЛЕКТРОДРЕЛИ
ДВУХПОЛЯРНЫЙ РЕГУЛИРУЕМЫЙ БП
НОВЫЙ УВЧ-УПЧ ДЛЯ "ОКЕАНА"
ЧАСЫ С МЕТЕОСТАНЦИЕЙ

Тираж журнала «Радио» № 6 сдан для рассылки подписчикам 05.06.2025 г.

В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ

Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по электронной почте на 2025 год, а также на 2012—2024 годы. Цена не изменилась: 12 месяцев — 900 рублей!

На сайте https://el.radio.ru Вы можете узнать, как подписаться и скачать бесплатный журнал № 7 за 2011 год.

Издаётся с 1924 года

РАДИО®

7•2025

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030
Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,
С. Л. МИШЕНКОВ
Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-87-39
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 24.06.2025 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2025. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 02048-25 .

Dr.WEB

Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

RINeT

БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:
+7(495)981-4571
E-mail:
info@rinet.ru
Сайт:
www.rinet.ru

Войны будущего

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Выживает не самый сильный и не самый умный, а тот, кто лучше всех приспосабливается к изменениям".

Чарльз Дарвин

Со временем армии и войны эволюционировали, применяя всё новые и новые технологии, которые приходят в том числе и из обычной жизни. Вот мультимиллиардер и основатель компании Oracle Ларри Эллисон высказался недавно о том, что беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с помощью искусственного интеллекта (ИИ) смогут наконец тотально контролировать "непослушное население" и гарантируют "наилучшее поведение граждан".

Увидев воочию, как широко используются БПЛА в современной войне, многочисленные эксперты от гражданских до военных прочат им великолепное будущее. Мол, теперь это — наше всё. И завтра полетят не просто БПЛА, а целые стаи/рои БПЛА, закрывающие всё небо, управляемые коллективным разумом искусственного интеллекта (ИИ) и уничтожающие не только всё, что приказано, но и всё идентифицируемое как подлежащее уничтожению. Причём недавно была совсем другая ситуация, когда на первом плане была бронетехника, сыгравшая одну из ведущих ролей во Второй мировой войне.

Между тем, военные специалисты уже отметили для себя, что, к примеру, танки плохо сосуществуют с имеющимися у противника разведывательными, ударными и прочими БПЛА, на наших глазах превращающимися в децентрализованное оружие, включающее в себя управляемые снаряды с различной точностью попадания и также поражающей способностью. И самое главное заключается в несопоставимой стоимости противостояния на поле боя, когда танк может уничтожаться одним или несколькими БПЛА стоимостью в несколько десятков тысяч рублей. В результате бронированная техника перемещается во второй и третий эшелоны войсковых порядков, а та, что приближается к линии боевого соприкосновения, обвешивается всем, что потенциально может задержать или спровоцировать приближающийся БПЛА на преждевременный взрыв.

Суперхарактеристики не дают сегодня самому продвинутому танку больше времени жизни на поле боя, чем более дешёвому изделию. При этом одно только массовое применение FPV-дронов (FPV — First Person View или "вид от первого лица") привело к тому, что от стремительных прорывов, осуществляемых "бронированными кулаками" со времён Второй мировой войны, войска перешли к практически позиционной войне, как в

Первой мировой войне. А перманентное наблюдение с БПЛА не позволяет скрытно организовывать крупномасштабные атаки хотя бы оперативного уровня, поскольку все действия неизменно фиксируются разведкой.

Ну, а танк едва ли не превратился в артиллерийское орудие для стрельбы с закрытых позиций. Однако танки продолжают совершенствоваться, и, к примеру, с появлением эффективных кумулятивных боеприпасов в них пришлось утолщать броню, дифференцированно распределяя её по всему корпусу бронемашины. Тут же оказалось, что корма у танка осталась сравнительно незащищённой, поскольку никто не рассчитывал на атаку сзади. Ведь в приоритете было всё летящее в лоб. БПЛА всё поменяли, и вот уже требуются машины, сравнительно равномерно бронированные со всех ракурсов.

Впрочем, существуют планы вообще закрыть с помощью БПЛА линию боевого соприкосновения с помощью так называемой "линии дронов" путём создания многоуровневой беспилотной сетевой системы из множества контролируемых ячеек БПЛА глубиной до 50 км. То есть речь уже идёт не о противодействии бронетехнике, а просто о пехоте. Казалось бы, подобные тенденции должны привести к тотальной "дронизации" всего сущего, на что и будут направлены в ближайшее время все военные бюджеты.

Известная народная мудрость гласит, что, мол, генералы всегда готовятся к прошедшей войне. Хотя было бы странным, если бы они совсем не учитывали прошлый опыт. Однако и модернизируется армия быстрее всего во время войны, которая всегда вносит много нового. К примеру, у БПЛА есть только три ограничения: сильный порывистый ветер, густой туман и дождь, если не считать противодействия противника. Во всех остальных случаях воздушная разведка и средства поражения работают безотказно. Но что это означает для других видов войск? Прежде всего, крушение всех парадигм. Возможно, временное. Если наибольшие риски наблюдаются со стороны БПЛА (а также морских беспилотников), целых роёв БПЛА или даже эшелонированной "линии дронов", то следует серьёзно (если не сказать — драматически) увеличить число ограничений их применения. И тут трудно не предвидеть, что огромные усилия в разных странах будут направлены именно на это.

Ведь если взглянуть на ситуацию не с бумажной, а с практической стороны, становится ясно, что у БПЛА есть серьёзные слабые места, способные привести к полному провалу концепций их применения. Беспилотники стали важной боевой силой, но им приходится пробивать "стену" электронного и неэлектронного подавления.

Прежде всего, как отмечают военные эксперты, плотное эшелонирование БПЛА требует устойчивой системы управления с надёжными ретрансляторами, защищёнными линиями связи, автономными источниками питания и наличием полноценных штабов на уровне как минимум бригад, особенно если речь идёт об управлении на протяжённом фронте. Однако в условиях постоянного противодействия и ударов по командным узлам такая система превращается в мишень: оператору остаётся лишь вслепую направлять БПЛА в надежде, что он попадёт хоть куда-то. К тому же фронт далеко не всегда бывает стабильным. В теории "линия дронов" может действовать в условиях маневренных боёв, но один быстрый прорыв — и система потеряет ориентиры, а БПЛА начнут либо безрезультатно кружить по пустым секторам, к которым приписаны, либо, в худшем случае, бить по своим.

Разумеется, получат дальнейшее развитие системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с динамическим подавлением радиоканалов управления БПЛА. Истребители БПЛА будут всё больше походить по функционалу на настоящие истребители. Нечувствительные к системам РЭБ БПЛА на оптоволоконном управлении при массовом применении выдают места базирования своих операторов благодаря соответствующей подсветке ВОЛС с дальнейшим уничтожением мест дислокации последних. Всё приведённое выше под управлением соответствующего ИИ (который пока не имеет достаточно быстродействующего ПО для работы машинного зрения, но со временем оно появится) может лучше выполнять свои задачи по разведке, подавлению и уничтожению. А что ещё?

Прежде всего, это специализированные зенитные системы. В частности, недавно китайские военные представили первую в мире 16-ствольную зенитную пушку для перехвата ракет, БПЛА и других низколетящих целей, включая рои беспилотников.

В отличие от традиционных ПВО, использующих концепцию точка-точка, установка работает по принципу самолёт-точка, создавая плотную завесу огня (при одновременном залпе из 16 стволов), перекрывающую большую зону и гарантированно уничтожающую цели. Пушка обладает сверхбыстрой перезарядкой, высокой плотностью огня и может устанавливаться на грузовики, корабли и любую бронетехнику. Устройство может поражать не только дроны и ракеты, но также и наземные или морские цели. Система будет использовать синхронизированный залп из нескольких орудий, чтобы перехватить даже самые высокоскоростные цели, буквально засыпая их шквалом снарядов. Причём нет сомнения, что без управления ИИ здесь не обошлось. Стреляет пушка специальными боеприпасами, эффективными против БПЛА, крылатых ракет и вертолётов. Говорят, аналогов у этой системы пока нет ни в одной стране мира, а интерес к ней большой. Собственно, китайцы так доработали многоствольную артиллерию, что действие "из пушки по воробьям" больше не считалось чем-то нетехнологичным.

Несмотря на высокую эффективность БПЛА, они представляют собой трудную цель для существующих контрмер, которые могут воздействовать только на один объект одновременно и могут быть дорогими. В докладе счётной палаты США (Government Accountability Office, GAO) за апрель 2023 г. приводится сравнение боевых лазеров и мощного микроволнового оружия (HPM — High-Power Microwave) в плане функциональности, физических характеристик, испытаний и уровня летальности.

В отчёте говорится, что лазеры воздействуют на физические компоненты, ослепляя оптические датчики или прожигая поверхности управления, уничтожая каждую цель по отдельности. В отличие от боевых лазеров, HPM является площадным оружием или оружием для групповых целей. Оно способно разрушать критические компоненты, проводящие электрический ток, в том числе печатные платы, проникать сквозь твёрдые поверхности и поражать цели на больших площадях.

В своём отчёте за май 2023 г. GAO упоминает, что, в отличие от боевых лазеров, микроволновое оружие может поражать сразу несколько целей благодаря большей зоне поражения, которая зависит в первую очередь от диаграммы направленности излучающей антенны, частоты импульса и расстояния до цели.

В дополнение Центр анализа информации оборонных систем США (Defense Systems Information Analysis Center, DSIAC) отмечает, что масштабируемость микроволнового оружия сводит к минимуму побочный ущерб, гарантирует ничтожно малую стои-

Журнал Радио
КУПОН ЧИТАТЕЛЯ
2 полугодие

мость одного выстрела и стимулирует разработку электрических кораблей, транспортных средств и летательных аппаратов, способных обеспечить необходимое энергоснабжение. Помнится, 40 лет назад нечто подобное про минимальный побочный эффект говорили на Западе о разработке "чистой" нейтронной бомбы.

HPM уникально тем, что не наносит видимых повреждений цели во время боя и способно оказывать различное воздействие, начиная от подавления электроники и заканчивая физическим разрушением электронных систем. В целом она является частью комплекса так называемого направленного энергетического оружия (DEW — Directed-Energy Weapon), куда входят в том числе и боевые лазерные системы, работу которых можно проиллюстрировать романом Алексея Толстого "Гиперболоид инженера Гарина", хотя демонстрировать всё приведённое в романе современные лазерные системы пока не готовы.

Сегодня микроволновое оружие практически не применяется, поскольку ООН считает, что оно потенциально может нарушить Женевскую конвенцию в части запрета на применение пыток. Однако же Женевская конвенция не защищает от БПЛА, возможности которых возросли многократно. Собственно, поэтому военные и вспомнили снова о микроволновом оружии, которое может отключать целые рои БПЛА.

Получается, что не обязательно стрелять снарядами и пулями. В 2019 г. американские военные представили систему "Тор", выводящую из строя БПЛА мощными импульсами излучения в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц и предназначенную для борьбы с роями БПЛА. Недавно исследовательская лаборатория ВВС США опубликовала своё видение применения DEW в лице HPM в ближайшие 40 лет. Из него следует, что военных больше интересуют системы, способные одновременно уничтожать рой беспилотников или крылатых ракет, чем те, что уничтожают цели одну за другой.

Разумеется, возможность уничтожения БПЛА зависит от мощности излучателя. К примеру, исследования говорят о том, что 1 ГВт вполне достаточно для выведения из строя БПЛА противника даже в составе роя. Тут есть два уточнения: излучение должно быть правильно сориентировано, чтобы не уничтожить заодно что-нибудь нужное у себя, и, кроме того, необходимо обеспечить систему соответствующей энергией, что не всегда получается на поле боя. При этом, чем больше дальность действия и чем шире "луч смерти" для БПЛА, тем больше потребуется и энергии. Военные эксперты также отмечают, что из-за своей неразборчивости такое оружие менее эффективно для защиты такой инфраструктуры, как, например, аэропорты.

Пару лет назад исследовательская лаборатория ВВС США объявила, что ищет подрядчиков для создания высокомощной противодроновой микроволновой системы "Мьельнир" (по названию молота бога Тора в скандинавской мифологии). Поэтому основная цель — найти экономичную противодроновую воздушную систему, по эффективности сравнимую с системой "Тор" или превосходящую её.

Разумеется, разработкой микроволнового оружия для борьбы с беспилотниками занимаются не только в США. Разработки подобного оружия ведутся в том числе и в России. Его также планируется использовать не только для обороны, но и для испытания новых электронных военных систем на устойчивость к СВЧ-излучению. В частности, как отмечал журнал National Interest, в рамках масштабной стратегии военного перевооружения страны президент Владимир Путин приказал существенно изменить приоритеты российского оборонного производства, включая ускоренную разработку беспилотных систем, внедрение возможностей ИИ и DEW. Это соотносится с аналогичными изменениями, внесёнными Китаем, а совсем недавно и с реформами в США.

В новостных ресурсах упоминалось отечественное противодроновое ружьё Rex-1, которое способно не только сбивать БПЛА, но и глушить мобильную связь вместе с сетями Wi-Fi. Выстрел из него действует на аппараты на малых и больших высотах. Отмечается, что устройство может эффективно использоваться во время контртеррористических операций и для подавления сигналов управления детонаторами взрывных устройств.

Министерство обороны Великобритании успешно испытало микроволновое оружие Rapid-Destroyer, предназначенное для борьбы с БПЛА и разработанное консорциумом под руководством французского оборонного конгломерата Thales. Во время испытаний оружие успешно нейтрализовало два роя из восьми дронов, а всего — более 100 беспилотников.

RapidDestroyer размещается на платформе грузовика и, что неудивительно, требует значительных энергетических затрат. Аналогичные системы, такие как Tactical High-power Operational Responder (THOR), разработанная ВВС США, или Leonidas для ВМС США от компании Epirus разработаны под размер стандартного грузового контейнера.

Для защиты от БПЛА и иных угроз в Великобритании сейчас создаётся перспективный боевой электромагнитный комплекс RF DEW (Radio Frequency Directed Energy Weapon). Заказ на создание этого образца выдали консорциуму Team HERSA, в состав которого вошли компании Thales UK, QinetiQ, Teledyne e2v и Horiba Mira. Разработка нового проекта велась в условиях строгой секретности. Впервые о нём стало известно около года назад, в мае 2024 г. К тому времени Team HERSA завершила основные проектные работы и успела построить опытный образец.

17 апреля Минобороны Великобритании рассказало о новом этапе испытаний. На этот раз опытный комплекс боролся с роями беспилотников. Роль условного противника играли две группы БПЛА. Несмотря на повышенную сложность такой задачи, изделие RF DEW засекало аппараты, а затем последовательно работало по ним. В ходе этих испытаний комплекс продемонстрировал способность одновременного поражения нескольких воздушных целей. Однако точные данные не раскрываются. Неизвестны размеры роев условного противника и число одновременно перехваченных аппаратов. Тем не менее, Минобороны и Team HERSA высоко оценивают новую разработку и говорят о её больших перспективах. Однако они пока не могут назвать сроки завершения испытаний и дальнейших этапов.

Опытный образец изделия RF DEW выполнен мобильным. На серийном двухосном автомобильном шасси RMMV HX60 разместили кабину оператора, несколько блоков различной аппаратуры и модуль с электромагнитным излучателем. По всей видимости, такая боевая машина является полностью автономной и может выполнять свои задачи без помощи извне. Конструкция комплекса указывает на возможность использования других шасси или изготовления стационарной версии.

RF DEW получает информацию о воздушной обстановке с помощью малогабаритного радиолокатора и видеокамеры. Радиус обнаружения и сопровождения целей составляет несколько километров, что вполне достаточно для использования штатного боевого модуля. Ключевым элементом комплекса является модуль электромагнитного излучателя. Он имеет крупный корпус на поворотном основании, внутри которого размещены все необходимые приборы. Сверху на

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

корпусе находится качающаяся установка с антенной решёткой. На общей установке с антенной закреплена видеокамера для точной наводки.

Для формирования электромагнитного луча необходимой мощности используется фазированная антенная решётка с возможностью наведения в двух плоскостях. Параметры излучателя, такие как рабочая частота, выходная мощность и т. д., неизвестны. При этом сообщается, что мощность достаточна для поражения или повреждения электроники на дистанциях до 1 км.

ВМС США объявили, что в 2026 г. начнут испытания системы HPM, известной как Project Meteor, которая будет способна уничтожать быстро движущиеся противокорабельные баллистические ракеты.

Chimera — ещё одна недавно успешно испытанная система, разработанная американским оборонным подрядчиком Raytheon, которая способна успешно отслеживать и поражать как статичные, так и воздушные цели, включая рои БПЛА. Считается, что успешная разработка DEW позволит существенно сократить расходы на американскую оборону. К примеру, военно-морские силы США используют многомиллионные ракеты Standard Missile-2 для поражения иранских БПЛА, стоимость которых не превышает 2000 долл. за штуку. Издание Defense One сообщает, что Raytheon планирует передать Пентагону два новых прототипа уже в этом году и ещё один в 2026 г. Это позволит устранить существующие в настоящее время проблемы с применением мощного микроволнового оружия в армии США.

Что касается лазерного оружия, то для работы ему тоже требуются значительные источники энергии, а его эффективность может меняться в зависимости от условий окружающей среды и ряда других факторов. Поэтому тестирование целесообразно проводить в обстановке, максимально приближённой к реальности с учётом всех возможных обстоятельств. А вот эффект от HPM почти линеен, то есть испытания HPM можно проводить в лабораторных условиях, где тесты на малых уровнях мощности позволяют точно прогнозировать, что случится, когда излучение "врубят" на полную мощность.

В целом поражающая способность лазерного оружия зависит от энергии, направляемой к цели и времени, в течение которого лазер на этой цели фокусируется. Оружие HPM, соответственно, зависит от пиковой выходной мощности, частоты следования микроволновых импульсов и используемой частоты. В то же время оружие HPM имеет ряд существенных недостатков. В частности, оно характеризуется высокими потерями при распространении в воздухе и ограниченной дальностью действия в приземных слоях атмосферы. А относительно большие размеры и высокое энергопотребление ограничивают, к примеру, его размещение на платформах космического базирования. Впрочем, не исключено, что технологический прогресс в конечном итоге приведёт к появлению экономически эффективного и жизнеспособного микроволнового оружия.

В июле 2022 г. издание Asia Times сообщило о создании в США оружия High-Powered Joint Electromagnetic Non-Kinetic Strike (HiJENKS) — крылатой ракеты-невидимки с боевой частью HPM, которая предназначена, в первую очередь, для уничтожения высокотехнологичной электроники. И отнюдь не только в БПЛА. Цель программы HiJENKS — создать экономически эффективное оружие для поражения электронных систем и глубоко залегающих целей, которые не могут быть уничтожены традиционными взрывчатыми веществами. Оно будет генерировать мощный электромагнитный импульс, способный пройти сквозь металл, защищающий подземные командные центры, и вывести из строя чувствительную электронику. Впрочем, оно может оказаться малоэффективным против низкотехнологичных противников.

Тем временем китайская компания NORINCO (China North Industries Group Corporation) заявила о достигнутом ею прогрессе в технологии борьбы с БПЛА, представив систему высокомощного микроволнового оружия Hurricane-3000. Его полевые испытания продемонстрировали многообещающие результаты, особенно в сценариях, где требуется быстрая нейтрализация роёв БПЛА. Установленное на высокомобильном шасси оружие оснащено мощной фазированной антенной решёткой, способной фокусировать интенсивные электромагнитные импульсы на БПЛА для нарушения работы систем их управления. Система способна обнаруживать цели на расстоянии до 6 км и оптически отслеживать их в радиусе 4 км. Сообщалось, что даже микродроны, находящиеся на расстоянии более 3 км, могут быть точно зафиксированы и нейтрализованы. В целом система работает аналогично микроволновой печи, мгновенно сжигая электронные компоненты и блоки управления. Ну, а специалисты по маркетингу формулируют сказанное выше так: "Мощный микроволновый луч системы действует как "полусферическая москитная сетка" радиусом 3 км, обеспечивая защиту от атак беспилотных летательных аппаратов".

Теперь немного о технологиях. HPM является относительно новой областью исследований, относящейся к классу высокомощных электромагнитных (HPEM — High Power ElectroMagnetics), в которую входят электромагнитный импульс молнии (LEMP — Lightning ElectroMagnetic Impulse) и ядерный электромагнитный импульс (NEMP — Nuclear ElectroMagnetic Impulse). Мощность, излучаемая источниками HPM, находится в интервале от нескольких киловатт до десятков гигаватт (в импульсе) в диапазоне частот от десятков мегагерц до нескольких гигагерц. В свою очередь, магнетрон или гиротрон являются классическими технологиями HPM.

На **рис. 1** приведено сравнение типичных HPEM по спектральной плотности и частоте (**https://www.emsopedia.org/entries/high-power-microwave-hpm/**).

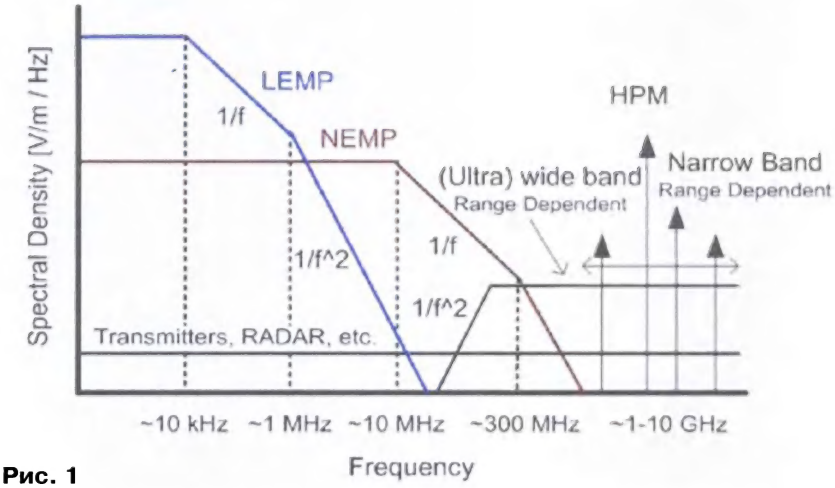


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Немецкая фирма Diehl представляет несколько продуктов HPM для борьбы с БПЛА на базе технологии мощных вакуумных ламп и используется для подавления электронных устройств на расстоянии от 50 м до нескольких сотен метров. Английская компания Teledyne также представляет несколько аналогичных продуктов HPM с излучаемой мощностью порядка нескольких мегаватт. Максимальные расстояния деактивации электронных устройств также не превышают нескольких сотен метров.

Сегодня появилась технология VIRCATOR, которая используется для реализации вышеупомянутых устройств, позволяющая получить большую мощность и значительно уменьшенные габариты. Основным её элементом является генератор с виртуальным катодом, выполненный по технологии вакуумной лампы, поэтому VIRCATOR — это VIRtual CAthode oscillaTOR. Это устройство может обеспечить в импульсе до 1 ГВт на частотах менее 10 ГГц. Тем не менее, КПД довольно низок, достигая 10 %, которые пока являются лучшими в этом классе.

Источник HPM состоит из высоковольтного генератора импульсов (например, генератор Маркса), вакуумной лампы, волновода и конечной излучающей антенны (**рис. 2**). Основная идея заключается в ускорении плотного потока пучка электронов, излучаемого катодом взрывным образом, за счёт напряжения 300...500 кВ, приложенного между ним и анодом, состоящим из электронопроницаемой сетки. Многочисленные электроны проходят через анод и образуют область пространственного заряда позади анода, называемую виртуальным катодом. Эта область пространственного заряда при определённых условиях может колебаться в диапазоне микроволновых частот. Возможна также перестройка устройства в широкой полосе частот, используя только изменение плотности пространственного заряда. Такое решение очень привлекательно благодаря своей простоте конструкции.

Электроны отходят от катода под действием напряжения в сотни киловольт, приложенного к аноду. Вблизи анода они достигают такой скорости, что по инерции проходят его, поскольку он выполнен из сетки, и в течение некоторого времени остаются скованными в образовавшейся ими же в анодном пространстве области пространственного заряда. Полученное электронное облако, подверженное воздействию высоких потенциалов, создаёт плазму, которая колеблется с пульсацией ω_p.

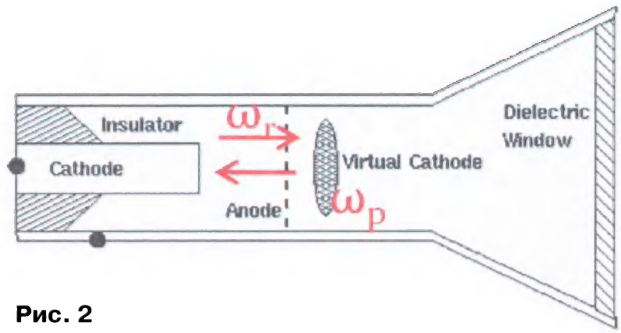


Рис. 2

По мере увеличения электронной плотности в виртуальном катоде электроны, покидающие анод, замедляются, и результирующий электрический заряд вынужден оставаться вблизи анода. Этот недостаток зарядов, которые обогащали бы виртуальный катод, приводит к тому, что последний обедняется до такой степени, что новые заряды, выходящие из анода, могут снова пройти через этот потенциальный барьер, генерируя импульс тока для повторного обогащения виртуального катода. Этот цикл повторяется до тех пор, пока к клеммам катода и анода приложено напряжение. Сгенерированные электронные импульсы возбуждают резонатор, подключённый к выходному волноводу, в результате чего излучается радиочастотный сигнал с частотой ω_r.

Подведём итог. Технологии развиваются, задачи решаются, военная мысль движется вперёд. Не исключено, что со временем у военных появится возможность построения СВЧ-стены из систем HPM с точечным уничтожением лазерным оружием вместе с традиционными стрелковыми комплексами отдельных прорвавшихся целей. Возможно, о роях БПЛА и пр. тогда можно будет не беспокоиться. Правда, хорошо бы иметь неподалёку какой-нибудь источник энергии вроде сверхмощных аккумуляторов или, к примеру, АЭС (желательно в мобильном варианте), чтобы не прибегать к тактическому оружию с генерацией NEMP. Однако всё это — лишь взгляд из сегодняшнего технологического дня. А потом придумают что-то новое.

По материалам

https://clck.ru/3M4zBv,
https://clck.ru/3M4zFi,
https://clck.ru/3M4zJ4,
https://clck.ru/3M4zc3,
https://clck.ru/3M4zfM,
https://clck.ru/3M4zhU,
https://clck.ru/3M4zsw,
https://clck.ru/3M4zw8,
https://clck.ru/3M4zxy

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. В Братске на частоте 101,7 МГц произошла замена радиостанции. Вместо "Радио День" началось вещание радиостанции Energy (источник — URL: **https://t.me/zametki_teleradio_38/5551?comment=727** (22.05.25)).

КАРЕЛИЯ. Карельский филиал РТРС начал работы по монтажу новой УКВ ЧМ передающей антенны и фидера. Технические специалисты филиала проведут подготовительные работы для размещения оборудования, произведут монтаж и пусконаладку нового оборудования. Модернизация антенного оборудования позволит повысить качество услуг связи по эфирной трансляции радиопрограмм и расширит возможности предложений для новых заказчиков (источник — URL: **https://karelia.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/karelskiy-filial-rtrs-nachal-raboty-po-montazhu-novoy-ukv-chm-peredayushchey-antenny-i-fidera/** (22.05.25)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. С 1 мая 2025 г. в Кирове на частоте 104,3 МГц началось вещание радиостанции "Серебряный

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

дождь" (источник — URL: **https://www.silver.ru/news/503945/** (22.05.25)).

В Афанасьево на частоте 97,5 МГц запущено вещание радиостанции "Импульс FM" (источник — URL: **https://vk.com/impulsfm?w=wall-226307082_666** (22.05.25)).

КОМИ. В г. Ухта стартовало вещание радиостанции "Хит FM". Частота вещания — 104,5 МГц (источник — URL: **https://rmg.ru/publications/radio-hit-fm-zazvuchalo-v-uhte** (22.05.25)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. 15 мая 2025 г. вещание радиостанции "Радио Шансон" стартовало сразу в двух городах Краснодарского края. В Апшеронске — на частоте 95,2 МГц и Тимашёвске — на частоте 92,1 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/13954.htm** (22.05.25)).

КРЫМ. ТРК "Таврия" открыла новую радиостудию в Симферополе. В ней есть всё необходимое для работы радийщика: оборудование для записи аудироликов, монтажа, ведения прямых эфиров. Здесь будут записываться и создаваться новые радиопрограммы с региональными спикерами, партнёрами и потенциальными инвесторами (источник — URL: **https://tavria.tv/news/society/tavriya-otkryla-radiostudiyu-v-simferopole/** (22.05.25)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. В Выксе с 22 апреля 2025 г. начали своё вещание две радиостанции — "Радио Монте-Карло" и "ПИ FM", частоты вещания 93,4 МГц и 94 МГц соответственно (источник — URL: **https://vk.com/wall-24242046_7741?w=wall-96401986_1217** (22.05.25)).

С 13 мая 2025 г. в Сарове на частоте 104,6 МГц началось вещание радиостанции Comedy Radio. Мощность передатчика — 0,5 кВт (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__91911/** (22.05.25)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. С 15 мая 2025 г. на частоте 107,6 МГц в г. Валдае началась трансляция радиостанции "Европа Плюс" (источник — URL: **https://vk.com/wall-167121637_8684** (22.05.25)).

ОМСКАЯ ОБЛ. 8 мая 2025 г., в преддверии 80-летия Великой Победы, "Радио Звезда" начала трансляцию в Омске на частоте 98,1 МГц (источник — URL: **https://tvzvezda.ru/mediaholding/events/2025561037-Wdui3.html** (22.05.25)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. На частоте 92,9 МГц в Куземьярово Бардымского района началось вещание радиостанции "Импульс FM" (источник — URL: **https://vk.com/impulsfm59?to=L2ItcHVsc2ZtNTk%2Fdz13YWxsLTIyNjMwNzA4MI82OTI-&w=wall-226307082_692** (22.05.25)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. 14 мая 2025 г. во Владивостоке начала вещать радиостанция Sputnik, частота вещания — 97,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?offset=10&own=1&w=wall-62613163_25039** (22.05.25)).

ПСКОВСКАЯ ОБЛ. 1 мая 2025 г. филиал РТРС "Псковский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Ваня" с региональными вставками в Дедовичском районе на частоте 98,4 МГц. Мощность передатчика — 0,5 кВт. Высота подвеса передающей антенны — 220 м (источник — URL: **https://pskov.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-vanya-v-dedovichskom-rayone-pskovskoy-oblasti/** (22.05.25)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. С 1 мая 2025 г. в Самаре и городе-спутнике Новокуйбышевске на частоте 106,6 МГц началось вещание радиостанции "Хит FM" (источник — URL: **https://rmg.ru/news/radio-hit-fm-zazvuchit-v-samare** (22.05.25)).

САРАТОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Русское Радио" начала своё вещание в Пугачёве на частоте 107,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-229553079_586?w=wall-229553079_586** (22.05.25)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. В г. Ирбите с 5 мая 2025 г. началось вещание радиостанции "Маруся ФМ". Частота вещания — 100 МГц (источник — URL: **https://vk.com/ekbradiotv?w=wall-20890825_31672** (22.05.25)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. В Урае с 16 мая 2025 г. начали вещание сразу две радиостанции: "Авторадио" — на частоте 100,7 МГц, "Новое Радио" — на частоте 101,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-19037431_2265** (22.05.25)).

ЧУВАШИЯ. Благодаря модернизации оборудования, проведённой филиалом РТРС в Чувашии, радиостанцию "Чаваш Ен" (название Чувашской Республики и Чувашской Национальной ТелеРадиоКомпании (НТРК). Это слово переводится на русский язык как "Чувашская земля") теперь можно принимать на территории с населением более 700 тыс. человек. Новый передатчик мощностью 1 кВт увеличил зону уверенного приёма до 47 км от вещательного центра (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__91816/** (22.05.25)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АБХАЗИЯ. Новую студию Абхазского радио открыли в Абхазской гостелерадиокомпании. В церемонии открытия, приуроченной к 93-й годовщине национального радио, принял участие премьер-министр Владимир Делба. Первый эфир Абхазского радио состоялся 30 апреля 1932 г. Вещание велось из Остроумовского ущелья (источник — URL: **https://sputnik-abhazia.ru/20250430/novuyu-studiyu-abkhazskogo-radio-otkryli-v-abkhazskoy-gosteleradiokompanii-1054685506.html** (22.05.25)).

БЕЛАРУСЬ. Издательский дом "Беларусь сегодня" запустил в УКВ-диапазоне на частоте 96,2 МГц в Минске вещание радиостанции "Радио Победа", где звучат песни военных лет и известные мелодии. Это событие приурочено к 80-летию Великой Победы — главного символа независимости суверенной страны и победы советского народа над фашизмом (источник — URL: **https://www.sb.by/articles/na-chastote-96-2-fm-v-minske-nachala-veshchanie-radiostantsiya-radio-pobeda.html** (22.05.25)).

БОЛГАРИЯ. Болгарское национальное радио (БНР) успешно внедряет искусственный интеллект в своих программах. С конца апреля новости на сайте общественного радио читает обученный на болгарском языке аватар в виртуальной студии. По словам руководителя дирекции цифровых программ БНР Иво Тодорова, аватар не читает сообщения одно за другим. Он обучен синтезировать информацию, редактировать текст и его воспроизводить. Машина хорошо владеет болгарским языком, но может ошибиться в ударениях слов. Отмечается также, что на данный момент у аватара нет прообраза. Специалисты думают над тем, чтобы дать роботу звучное болгарское имя, например, Боян, Румен или Орлин (источник — URL: **https://rg.ru/2025/05/05/v-bolgarii-na-radio-novosti-nachal-chitat-avatar-v-virtualnoj-studii.html** (22.05.25)).

ДАНИЯ. Конец средневолнового вещания из Дании. Радиостанция "Радио 208" закрыта в мае 2025 г., поэтому частота 1440 кГц (в настоящее время мощность передатчика составляет всего 300 Вт; ранее было 650 Вт) замолчит навсегда. World Music Radio (WMR) прекратило вещание на частоте 927 кГц около шести месяцев назад. Однако WMR про-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

должит работу на коротких волнах и через интернет-трансляцию (источник — URL: **https://mediumwave.info/2025/04/29/denmark-92/** (22.05.25)).

КУБА. "Радио Марти" (транслирует на Кубу пропаганду на испанском языке, финансируется федеральным правительством США через Агентство США по глобальным Медиа (USAGM)), регулярно слышно на Кубе на частоте 1180 кГц. Нет никакого секрета в отношении длительного энергетического кризиса на Кубе. В результате некоторые из местных средневолновых передатчиков иногда получают электроэнергию от дизельных генераторов при сниженном питании или просто отключаются полностью. Практически в каждой провинции есть передатчик на частоту 1180 кГц, чтобы заглушить "Радио Марти", но некоторые слушатели получили сюрприз, когда вместо "Мятежного Радио" (Radio Rebelde) слышат передачи радиостанции "Радио Марти" (источник — URL: **https://mediumwave.info/2025/05/19/cuba-12/** (22.05.25)).

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ. Две радиостанции покинули средневолновый диапазон Новой Зеландии. Радиостанция 846kHz Newstalk ZB Masterton NZL закрыла лицензию на вещание на средневолновой частоте и полностью перевела вещание на диапазон УКВ. Радиостанция 1449kHz RNZ National Palmerston North NZL также последовала примеру первой радиостанции и полностью перевела вещание на УКВ и в сеть Интернет (источник — URL: **https://mediumwave.info/2025/05/12/new-zealand-40/** (22.05.25)).

МОНГОЛИЯ/РОССИЯ. Вещание "Русского Радио" стартовало в Монголии 1 мая 2025 г. на частоте 90,5 МГц. Студия радиостанции расположится в столице страны г. Улан-Баторе. Плейлист будет состоять из любимых русскоязычных песен, а также популярных композиций на монгольском языке (источник — URL: **https://rmg.ru/news/russkoe-radio-zazvuchit-v-mongolii** (22.05.25)).

ПАПУА-НОВАЯ ГВИНЕЯ. Провинциальная станция "Национальной вещательной корпорации" (NBC) для автономного района Бугенвиль изучает способы улучшения радиосигналов NBC по всему региону. Технические команды специалистов определили возможное место для средневолнового передатчика, которое должно улучшить чёткость радиосигналов NBC, помогая УКВ-сигналам. Это место предназначено для размещения средневолнового передатчика мощностью 10 кВт фирмы Nautel, который уже был заказан. Инженеры NBC отправляются в г. Хутьена в районе Бугенвиль (Hutjena), чтобы оценить возможность возобновления коротковолновых передач. Они также планируют использовать коротковолновый передатчик, который в настоящее время неактивен. С начала 2020-х годов была запущена крупная программа государственных инвестиций для ремонта штаб-квартиры NBC и региональных станций. Объединение УКВ-сети с коротковолновыми и средневолновыми передатчиками будет доставлять радиосигнал NBC в сообщества по всей стране и на международном уровне (источник — URL: **https://mediumwave.info/2025/05/05/papua-new-guinea-7/** (22.05.25)).

США. Сеть американских войск с 1 мая 2025 г. сократила число радиопрограмм. Будут удалены программы AFN Legacy, Freedom Rock, The Blend и Joe Radio. Кроме того, коммерческие подкасты больше не будут доступны в сервисе потоковой передачи аудио AFN Go. Служба радиовещания Вооружённых сил была создана 26 мая 1942 г. как единый канал и получила название "Радиослужба Вооружённых Сил", переименована в "Радио- и телевизионная служба вооружённых сил" в 1954—2009 гг., а затем получила название "Сеть американских войск" (AFN) (источник — URL: **https://upi.com/Top_News/US/2025/04/21/American-Force-Network-radio-programs-cut/6061745280716/** (22.05.25)).

Сотрудники радиостанции "Голос Америки* (признан в РФ СМИ-иноагентом и внесён в реестр нежелательных организаций) готовились вернуться к работе после победы в суде против администрации президента США Дональда Трампа. Вещатель был фактически закрыт с тех пор, как администрация Трампа издала мартовский указ о закрытии Агентства США по глобальным МЕДИА (USAGM), через которое выделялось федеральное финансирование другим группам, которым поручено продвигать демократию и противодействовать пропаганде за рубежом. 15 мая 2025 г. было уволено около 600 сотрудников, в основном журналистов. В тот же день на продажу было выставлено федеральное здание, в котором располагаются штаб-квартира и редакция радиостанции (источник — URL: **https://www.nytimes.com/2025/05/15/us/politics/trump-voice-of-america-firings.html** (22.05.25)).

Хорошего приёма и 73!

Приёмник звукового сопровождения для мультиплексов 1 и 2

Ю. РУКАВИШНИКОВ, г. Тверь

Сегодня у населения скопилось много цифровых телевизионных ресиверов в связи с полным переходом с аналогового телевещания на цифровое. При этом аналоговые телевизоры утилизируют, а ресиверы к ним остаются и не используются.

Предлагаю конструкцию приёмника звукового сопровождения цифровых теле- и радиопрограмм диапазона DVB-T2, всего 23 канала, на основе цифрового ресивера BBK SMP026HDT2 (**рис. 1**). В результате получается качественная точка доступа к телерадиоинформации в формате аудио. Конструкция испытана в течение 5 лет, при этом были использованы различные комплектующие. На удалении 15 км от телевышки в г. Твери устройство уверенно работает на комнатную антенну. В случае приёма

Рис. 1

сверху к корпусу ресивера так, чтобы были свободны кнопочные органы управления ресивером. АС имеет встроенный регулируемый моноусилитель звуковой частоты (ЗЧ) общей мощностью 4 Вт. На её вход подают сигнал ЗЧ с выхода звукового канала ресивера с помощью кабеля-переходника аудио "джэк" 3,5/2×RCA длиной 0,2 м, питание подают от USB-порта ресивера.

К корпусу левой колонки винтом-саморезом 4×20 в отверстие сзади прикрепляют винтовой зажим ЗВИ-6, имеющий три секции (**рис. 3**). Две колонки и винтовой зажим фиксируют термоклеем ATH01307.

Антенна изготовлена из одножильного медного изолированного провода ПуВнг(А)-LS 4,0. Её эскиз показан на **рис. 4**. Можно

Рис. 2

Рис. 3

применить любой изолированный провод сечением по меди 4...6 мм^2. Антенну прикрепляют сверху к крайним секциям винтового зажима (**рис. 5**). Снизу к этому зажиму многожильным проводом ПВС 2×0,75 (длиной 0,1 м) подключают антенный симметрирующе-согласующий трансформатор 300/75 Ом (**рис. 6**). Один из вариантов функционировал и без него, а с антенным штекером и телевизионным кабелем RG-6. Гибкий провод ПВС 2х0,75 необходим для того, чтобы отключать внутреннюю и подключать уличную ТВ-антенну.

После включения блока питания в сеть переменного тока 230 В ресивер переходит в дежурный режим. Затем его можно включить либо с помощью ПДУ RS-SMP712, либо кнопкой включения на панели ресивера. Ориентируя ресивер, добиваются устойчивого приёма на 23 каналах мультиплекса 1 и мультиплекса 2. Остальные регулировки звука и переключение каналов осуществляются с ПДУ.

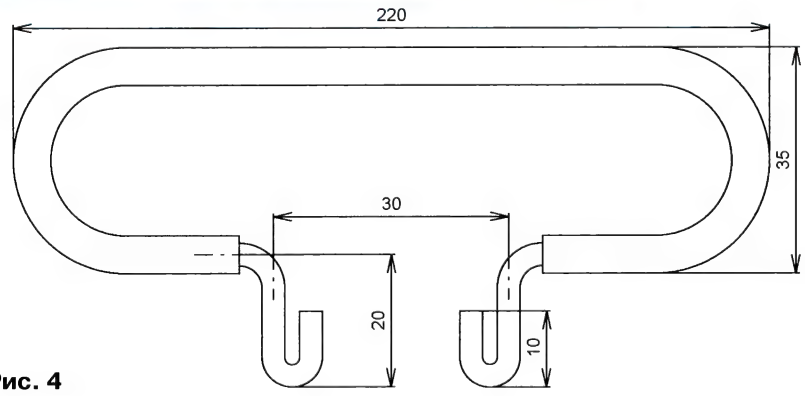


Рис. 4

на наружную антенну расстояние до ретранслятора может достигать 30...40 км.

При подключении Hi-Fi аудиоусилителя к НЧ-выходам ресивера можно получить высококачественное сопровождение теле- и радиопрограмм. В применённом ТВ-ресивере имеются часы и ПДУ RC-SMP712, что повышает удобство пользования устройством (**рис. 2**).

Применённая акустическая система (АС) моно Defender SPK22 имеет две колонки и крепится двухсторонним скотчем

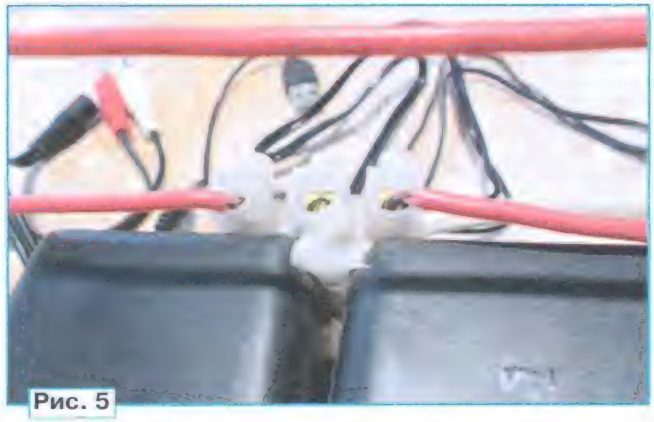


Рис. 5

Рис. 6

В данном случае применяется цифровой телевизионный ресивер, через USB-разъём которого подаётся питание для акустической системы моно Defender SPK22, имеющей по питанию разъём USB. Можно применять любой другой цифровой телевизионный ресивер, запитав АС либо от ещё одного внешнего блока питания напряжением 5 В, либо подав питание с платы питания ресивера.

Предлагаемая конструкция легко повторяема, её можно собрать буквально за один час.

***От редакции**. Поскольку цифровое телевизионное вещание в нашей стране осуществляется в диапазоне ДМВ на разных частотах [1], при удалении от телепередающего центра желательно оптимизировать размеры антенны для приёма конкретных телевизионных каналов. Для этого можно использовать онлайн-калькулятор [2]. Надо указать частоту принимаемого канала и некоторые параметры самой антенны. Если планируется приём двух и более мультиплексов, для расчёта следует использовать среднюю частоту между самым низкочастотным и самым высокочастотным мультиплексом.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Ручная настройка частот эфирных цифровых каналов DVB-T2. — URL: **https://telekarta-tv.ru/help/chastoty-tsifrovyh-kanalov-dvb-t2/** (19.01.25).

2. Расчет диполя. — URL: **https://3g-aerial.biz/onlajn-raschety/raschety-antenn/raschet-dipolya** (19.01.25).

Приставка к VGA-монитору для наблюдения АЧХ ВЧ-цепей

В. ПОПОВ, г. Ростов-на-Дону,
В. ДЕНИСОВ, г. Азов

При настройке различных приёмно-передающих радиоустройств приходится постоянно сталкиваться с фильтрами и согласующими цепями на катушках индуктивности и конденсаторах, налаживание которых всегда сопряжено с большими трудностями. Описываемая приставка позволяет упростить и визуализировать процесс настройки контуров и фильтров, имеет небольшие размеры, но с возможностью вывода на экран большого изображения для удобства восприятия информации. За основу схемы измерительной части была взята схема из аналогичного измерителя АЧХ NWT-7. Основное отличие — отсутствие необходимости использования компьютера для вывода изображения, достаточно только компьютерного монитора или телевизора с VGA-входом, что является продолжением использования идеи "Осциллографическая приставка к VGA монитору" [1, 2]. Кроме режима измерения АЧХ исследуемого устройства, реализованы режимы генератора синусоидальных сигналов и ВЧ-милливольтметра.

Для этой приставки был выбран режим VGA 800×600 56 Гц. Для вывода изображения на экран использовано удвоение пикселя по горизонтали и вертикали, что соответствует 400×300 точкам графического изображения. Рабочее поле графика АЧХ — 300×200 точек.

Основные технические характеристики

Измерение АЧХ в линейном и логарифмическом масштабах
Полоса частоты качания АЧХ, МГц* . . . . . .0...90
Чувствительность логарифмического детектора, дБВ . . . . . .–75
Диапазон частот генератора, МГц . . . . . .0...90
Номинальная амплитуда выходного сигнала на нагрузке 50 Ом, мВ (rms) . . . . . .227 (0 дБ)
Интервал прямого измерения ВЧ-напряжения, мВ (rms) . . . . .20...700 (–20...+10 дБмВт)
Интервал расчётного измерения ВЧ-напряжения, мВ (rms) . . . .0,05...700
Интервал регулировки выходного сигнала (с шагом 10 дБ), дБ . . . . .0...–50
Интервал времени развёртки, с 0,3, 1, 3
Один вертикальный и два горизонтальных маркера, показывающие уровень сигнала и частоты в точках пересечения с АЧХ;
Напряжение питания, В 9
Потребляемый ток, мА, не более 300

**Примечание. Верхняя граница зависит от использованного генератора образцовой частоты и типа DDS.*

Управление приставкой (**рис. 1**) осуществляется четырьмя кнопками: **"Режим"**, **"Шаг"**, **"Λ"** (**"Плюс"** или больше) и **"V"** (**"Минус"** или меньше). Всего реализовано 11 режимов работы. Индикация текущего режима — прямоугольник вокруг параметра, подлежащего изменению в этом режиме. Изменение параметра режима — кнопками **"Λ"** или **"V"**.

При нажатии с удержанием на кнопку **"Режим"** и нажатии на кнопку **"Λ"** или **"V"** можно перемещаться между всеми режимами. Короткими нажатиями на кнопку **"Режим"** можно оперативно перемещаться по кольцу между режимами, отмеченными для быстрого доступа. При первом включении приставки или выполнении сервисной функции сброса пользовательских настроек все режимы помечаются для быстрого доступа. При этом имеется возможность сохранить пользовательские настройки начальной, конечной частоты, времени развёртки и исключить редко используемые режимы из отмеченных для быстрого доступа, в этом случае при включении питания приставки будут использованы сохранённые значения. Для части режимов при нажатии и удержании кнопок **"Λ"** и **"V"** включается автоповтор нажатия.

Перечень режимов:

1*. Частота начала качания, Гц.....0, или сохранённое значение.

2*. Частота конца качания, МГц....70, или сохранённое значение.

3. Вертикальный маркер выключен (Off).

4*. Изменение (шире или уже) полосы качания (нет отображаемых параметров).

5*. Перемещение вправо—влево полосы качания (нет отображаемых параметров).

6. Время развёртки, с.....1, или сохранённое значение.

7. Вид графика АЧХ — линейный или сохранённое значение.

8. Затухание аттенюатора выходного сигнала, дБ.....0 по умолчанию.

9. Максимальное значение напряжения сигнала на экране, мВ...600 (rms).

10. Первый горизонтальный маркер выключен (Off).

11. Второй горизонтальный маркер выключен (Off).

*Пары режимов 1, 2 или 4, 5 выбираются для быстрого доступа попеременно.

Описание режимов и доступные в них действия:

Рис. 1

В режимах 1, 2, 4 и 5 проводится установка граничных частот, которые изменяют нажатиями на кнопки **"Λ"** или **"V"**, а при нажатии на кнопку **"Шаг"** и её удержании изменяется шаг перестройки. Изменение шага осуществляется по кольцу — коротким нажатием на кнопку **"Шаг"** или в любую сторону — нажатием и удержанием кнопки **"Шаг"** и при коротком нажатии на кнопки **"Λ"** или **"V"** вверх и вниз соответственно. Шаг может принимать значения 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц. Минимальная полоса качания ограничена выбранным шагом.

Режим 3 — **вертикальный маркер** (или генератор в режиме GEN). Включается коротким нажатием на кнопки **"Λ"** или **"V"**, а выключается нажатием и удержанием в течение 2 с кнопки **"Режим"**. В этом режиме на графике выводится вертикальная пунктирная линия (**рис. 2**), а в поле режима — текущие значения частот, измеренный уровень сигнала в децибелах и его эквивалентное значение в милливольтах (mV rms), рассчитанное на основе выходного сигнала логарифмического детектора на микросхеме серии AD8307. Кроме этого, индицируется напряжение сигнала на выходе линейного детектора на микросхеме серии AD8361 (если она установлена на плату) в децибелмилливаттах (дБмВт — dBm) на активной нагрузке сопротивлением 50 Ом.

Перемещение маркера осуществляется короткими нажатиями на кнопки **"Λ"** или **"V"** , а при их удержании включается автоповтор. Для ускорения перемещения маркера во время автоповтора в десять раз (×10) необходимо дополнительно нажать и удерживать кнопку **"Шаг"**. Когда маркер выключен, значение частоты не отображается, а соответствующие поля уровня сигнала обновляются пять раз за период вывода графика в пяти его точках, что используется как ВЧ-милливольтметр. В режиме генератора изображение графика АЧХ не обновляется, а на выходе приставки появляется сигнал с частотой, указанной в поле режима 3. Управление изменением частоты генератора аналогично управлению вертикальным маркером, в пределах установленных граничных частот режимов 1 и 2.

Режим 6 — время развёртки, может быть 0,3 с, 1 с и 3 с, выбор осуществляется кнопками **"Λ"** или **"V"** по кольцу.

Режим 7 — **режим работы**. Это может быть LOG, LIN или GEN, выбор осуществляется кнопками **"Λ"** или **"V"** по кольцу.

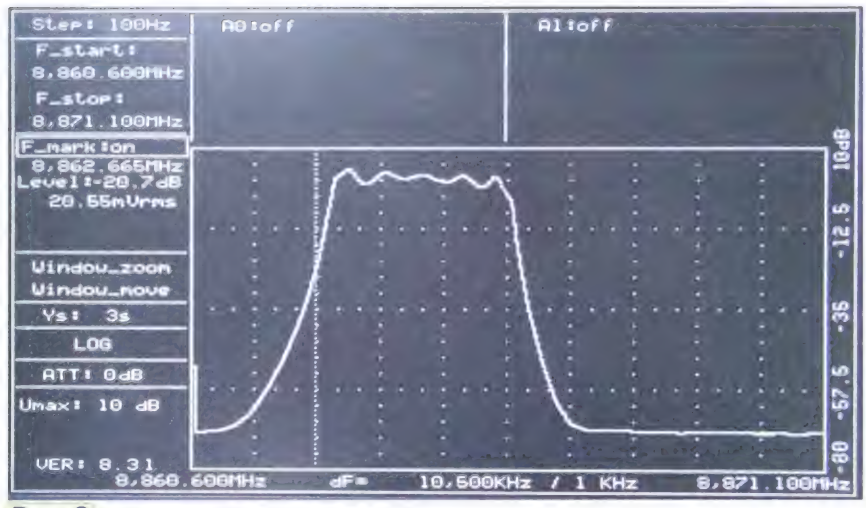


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

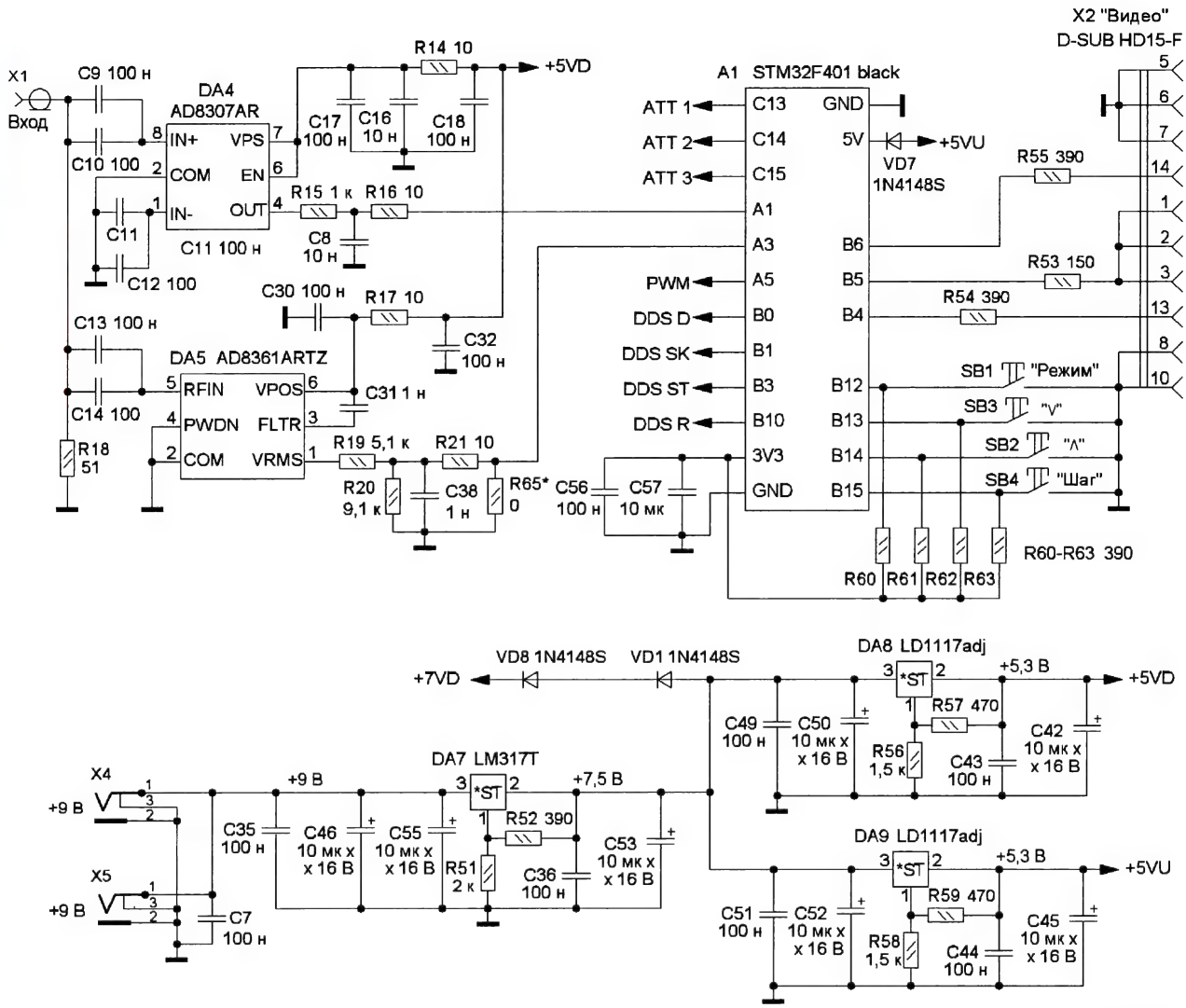


Рис. 3

Режим 8 — **аттенюатор**. Выходной сигнал можно ослабить аттенюатором, он может принимать значения 0 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ (40 дБ и 50 дБ — зависит от сервисных настроек), выбор осуществляется кнопками **"Λ"** или **"V"**.

Режим 9 — **усиление** (масштаб). Вертикальное разрешение для линейного графика — 800 мВ, 600 мВ, 400 мВ, 300 мВ, 200 мВ, 150 мВ, 100 мВ, 80 мВ, 60 мВ, 40 мВ, 30 мВ, 20 мВ, 15 мВ, 10 мВ, 8 мВ, 6 мВ, 4 мВ, 3 мВ, 2 мВ, 1,5 мВ, 1 мВ (mV rms), 800 мкВ, 600 мкВ, 400 мкВ, 300 мкВ, 200 мкВ, 100 мкВ (μV rms). Для логарифмического графика — 10 дБ, 0 дБ, –10 дБ, –20 дБ, –30 дБ, –40 дБ, –50 дБ и –60 дБ. Выбор осуществляют кнопками **"Λ"** или **"V"**. Справа от окна графика выводится разметка, соответствующая выбранному разрешению.

Режим 10 — **маркер А1**. Включается и выключается аналогично режиму 3, с помощью кнопки **"Шаг"** возможно ускоренное перемещение маркера. В этом режиме на график выводится горизонтальная пунктирная линия, а в поле режима — текущее значение уровня маркера в децибелах (dB) и милливольтах (mV rms). При пересечении линий маркера и графика АЧХ выводятся частоты пересечения нарастающего и спадающего уровней, а также разница (полоса) между ними.

Режим 11 — **маркер А2**. Аналогичен режиму 10, но дополнительно показывает разницу между уровнями маркеров А1 и А2 в децибелах. Пунктирная линия маркера А2 имеет больший шаг точек для визуального отличия от маркера А1.

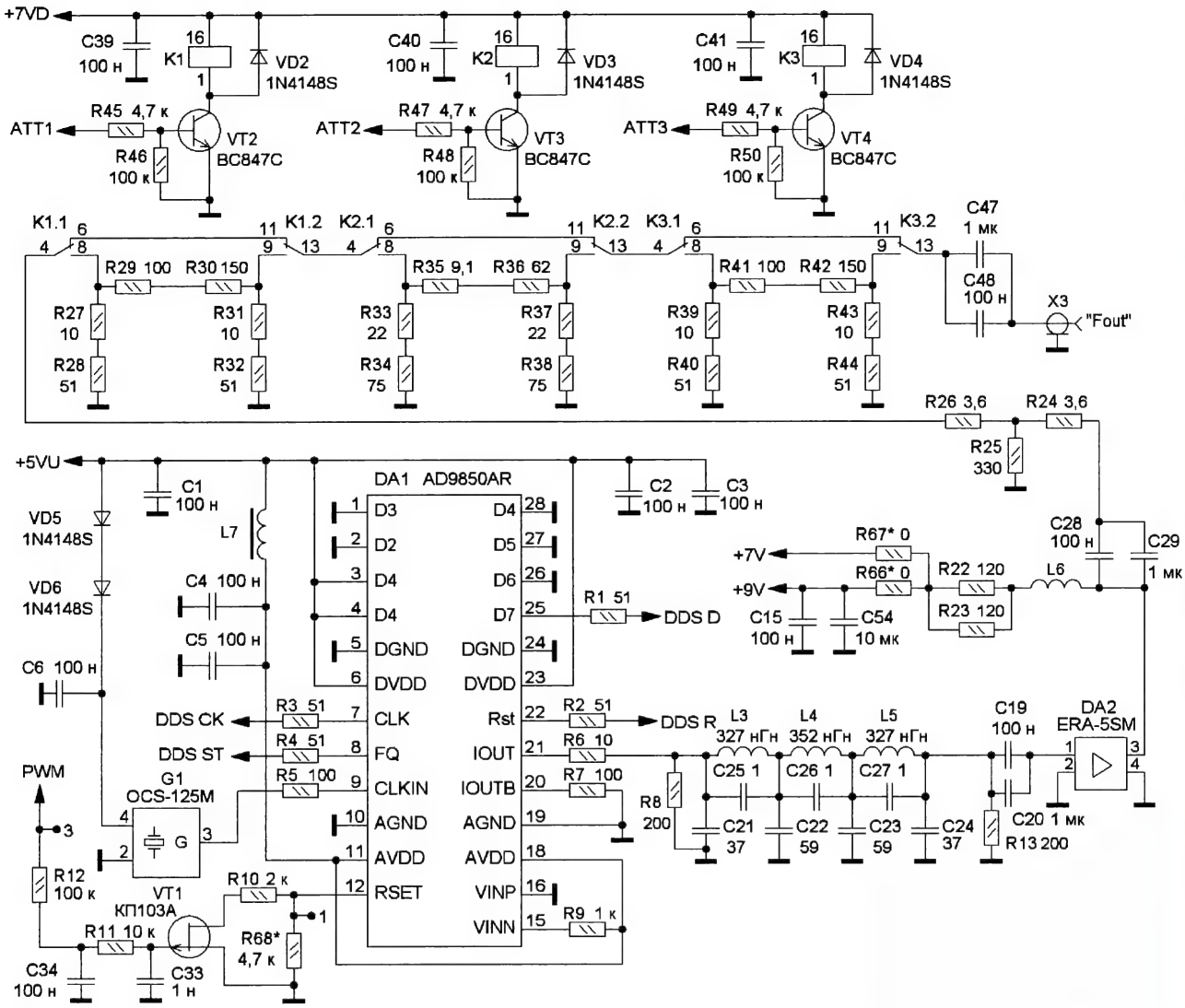
Для облегчения запоминания функций кнопок в различных режимах можно воспользоваться **табл. 1**.

Таблица 1

Номер режима	Кнопка "Режим"	Кнопка "Шаг"	Кнопки "Λ" или "V"
1	–	+	+, автоповтор
2	–	+	+, автоповтор
3	Нажатие более 2 с	+, ×10	+, автоповтор
4	–	+	+, автоповтор
5	–	+	+, автоповтор
6	–	-	+
7	–	-	+
8	–	-	+
9	–	-	+
10	Нажатие более 2 с	+, ×10	+, автоповтор
11	Нажатие более 2 с	+, ×10	+, автоповтор

– — нет действия, + — есть действие.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Снизу окна графика АЧХ выводится разница частот конца и начала качания, шаг сетки по частоте, например 123Hz, 123,456KHz или 12,345.678 MHz с разделением групп цифр запятой и точкой для удобства считывания.

В левом нижнем углу отображаются версия ПО и текущие сервисные настройки в виде VER: XX.AD, где XX — версия (актуальная — 9) 5 или 3 — максимальное затухание аттенюатора 50 дБ или 30 дБ соответственно, d — 0 или 1 — тип микросхемы DDS (серии AD9850 или AD9851).

Схему приставки, показанную на **рис. 3**, можно разделить на несколько узлов:

— измерительный логарифмический детектор DA4 (микросхема AD8307AR) и линейный детектор ВЧ DA5 (микросхема AD8361ARTZ);

— модуль МК STM32F401;

— управляемый DDS-генератор DA1 (микросхема серии AD9850 или AD9851);

— ФНЧ с ВЧ-усилителем DA2 (микросхема ERA-5SM);

— регулятор выходного уровня DDS-генератора (транзистор VT1 КП103А);

— выходной аттенюатор (транзисторы VT2—VT4, реле K1—K3);

— стабилизаторы напряжения питания DA7—DA9;

— узел управления (четыре кнопки управления и одна сервисная).

Кроме работы в основных пользовательских режимах, в программном обеспечении приставки реализованы сервисные функции настроек и калибровки. На плате процессорного модуля A1 (STM32F401) имеется кнопка KEY, которая используется как сервисная кнопка настройки и калибровки.

Выполняемая сервисная функция или калибровка зависит от установленного режима работы — линейный (LIN), логарифмический (LOG), генератор (GEN) и аттенюатор 0/10/20/30 дБ перед нажатием на кнопку KEY.

При калибровке образцовой частоты DDS-генератора, кроме сохранения текущих, пользовательских, настроек также определяется наличие детектора на микросхеме серии AD8361, что будет использоваться при последующих включениях питания как значение по умолчанию.

Микросхема логарифмического детектора AD8307AR выбрана в качестве основного измерительного элемента из-за её доступности и хороших технических характеристик. Учитывая входное сопротивление приставки 50 Ом и используя математическую обработку, его относительное выходное напряжение в логарифмическом масштабе в децибелах можно пересчитать в абсолютные значения в милливольтах

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

в очень широком диапазоне частот. Это даёт возможность использовать данные от этого детектора при построении графиков АЧХ как в логарифмическом, так и в линейном масштабе. Линейный детектор на микросхеме используется только как образцовый ВЧ-милливольтметр. недостаток этого детектора в малой чувствительности (20 мВ), тогда как с помощью расчётов по данным от логарифмического детектора DA4 можно получить чувствительность 50 мкВ. В связи с этим использование линейного детектора не является обязательным. Тем не менее, в пределах своего динамического диапазона он очень точен. Для получения максимально возможного верхнего предела измерения логарифмического и линейного детекторов напряжение их питания увеличено до 5,3 В, для чего использован стабилизатор DA8 с регулируемым выходным напряжением.

Модуль МК A1 формирует управляющие коды для микросхемы DDS-генератора DA1, соответствующие исследуемой полосе частот. Выходной синусоидальный сигнал генератора, пройдя ФНЧ на катушках индуктивности L3—L5 и конденсаторах C21—C24, усиливается ВЧ-усилителем DA2, поступает на выходные аттенюаторы на реле K1—K3 и резисторах R27—R44, попадает на выходной разъём X3 и далее подаётся на вход исследуемого устройства. Выходное сопротивление приставки и аттенюаторы рассчитаны на нагрузку 50 Ом. Выход исследуемого устройства подключается к входному разъёму X1, попадает на логарифмический детектор DA4 и оцифровывается 12-разрядным АЦП в МК модуля A1. Дальнейшая обработка данных логарифмического детектора для отображения в линейном виде производится программно, с использованием табличных преобразований.

Из-за неравномерности АЧХ ФНЧ на выходе DDS и ВЧ-усилителя на микросхеме DA2 уровень выходного сигнала изменяется в широком интервале в зависимости от частоты. В ПО этой приставки предусмотрена возможность калибровки (нормирования) выходного сигнала и исключения перегрузки усилителя ERA, для чего реализовано управление узлом поддержания выходного уровня на транзисторе VT1. Для этого выполняется калибровка уровня выходного сигнала. Согласно руководству по применению [3], изменяя сопротивление резистора, подключённого к выводу 12 микросхемы DA1, можно изменять амплитуду выходного сигнала DDS-генератора, что используется для

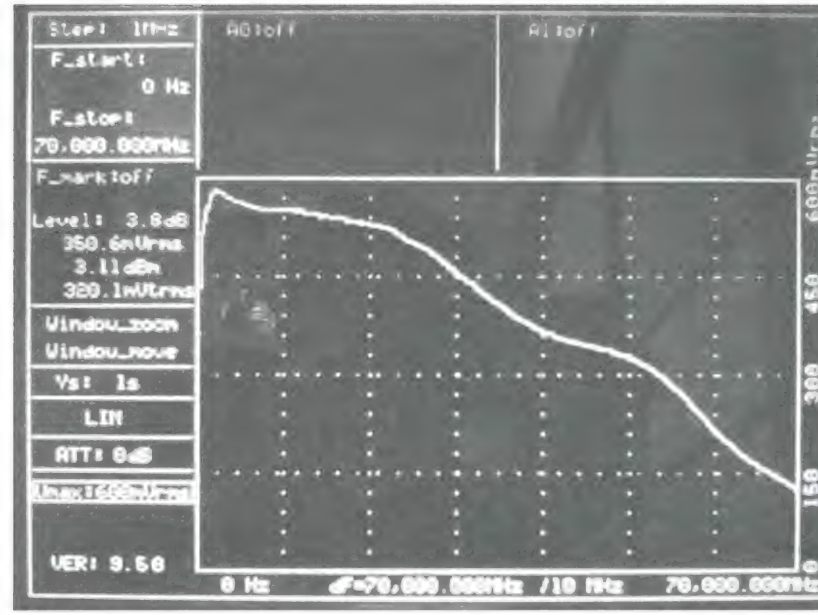


Рис. 4

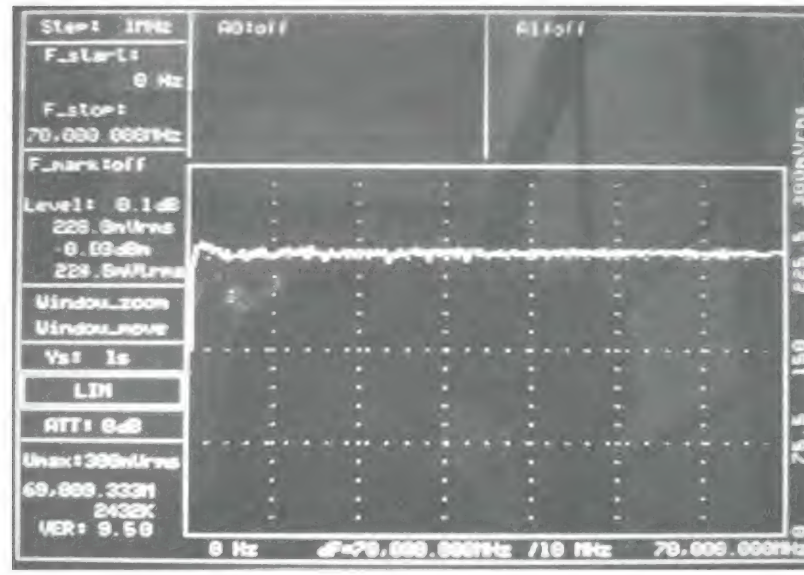


Рис. 5

получения постоянного уровня сигнала во всём частотном диапазоне приставки. Для этого в качестве управляемого резистора использован полевой транзистор VT1. Управляющее напряжение на его затвор поступает через цепи R12C34 и R11C33, которое формируется в модуле A1 методом ШИМ, так как у применённого МК отсутствует встроенный ЦАП. Использование ШИМ немного добавляет шум, видимый при обзоре полной полосы качания, но в масштабе наблюдаемых сигналов при уменьшении полосы качания его доля несущественна, поэтому им можно пренебречь.

На **рис. 4** показана изначальная зависимость выходного напряжения от частоты до калибровки. На **рис. 5** показана аналогичная зависимость после проведения калибровки выходного сигнала, а на **рис. 6** изображена характеристика без калибровки выходного сигнала (без узла на транзисторе VT1), но после проведения калибровки вывода линии уровня. Значение же управляющего напряжения зависит от текущей частоты из таблицы, сформированной при калибровке уровня выхода DDS, но не может превысить напряжение питания МК 3,3 В, что определяет требование к транзистору VT1 по напряжению отсечки для нахождения в зоне регулирования. Этот узел не является обязательным, но его использование позволяет не обращать внимание на качество исполнения и настройку

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ФНЧ на выходе DDS-генератора. Такое решение отрицательно скажется только при работе с малыми уровнями сигнала, чем чаще всего можно пренебречь. Исполнение этого узла в виде АРУ по встречающейся в сети Интернет схеме на базе диодного детектора и ОУ показало его сильную зависимость от частоты, требование к достаточно высокому уровню сигнала на диодном детекторе (амплитуды с усилителем на микросхеме ERA недостаточно) и плохую повторяемость. После ряда экспериментов и макетирования от неё пришлось отказаться.

Стабилизатор на микросхеме DA7 формирует стабильное напряжение 7,5 В, используемое для последующих стабилизаторов и при необходимости питания микросхемы DA2, для чего перерезают перемычку под местом установки резистора R66 (сам резистор на плату не устанавливают) и устанавливают резистор R67. Диод VD7 служит для исключения подачи напряжения питания на приставку при программировании модуля через USB-порт. Диоды VD1 и VD8 понижают напряжение до требуемого для питания реле выходных аттенюаторов как дешёвая альтернатива ещё одного стабилизатора.

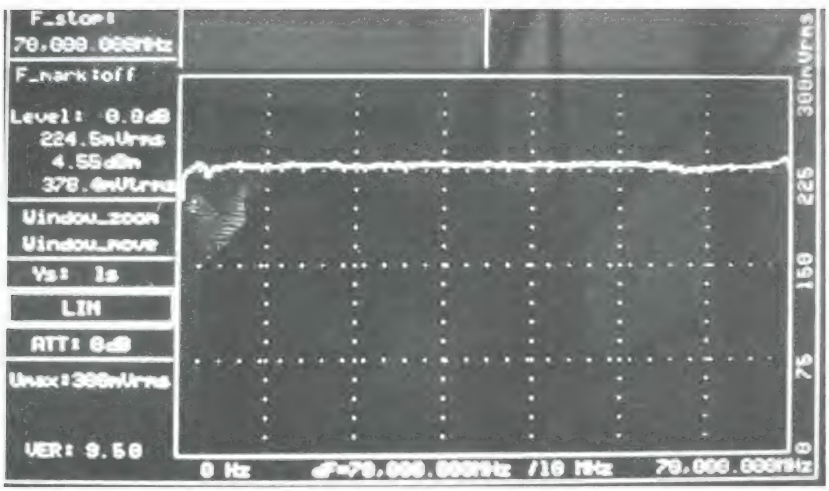


Рис. 6

Последовательность действий, необходимых для проведения сервисных настроек и калибровок.

Последовательность действий при калибровке частоты образцового генератора.

1. Подключить к выходу приставки частотомер с верхним пределом измерения частоты не менее 10 МГц.

2. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: 0dB**.

3. Перейти в режим работ **LIN-LOG-GEN** и выбрать **GEN**.

4. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 один раз. Режим переключится на поле вертикального маркера, и появится индикация частоты **10,000.00 MHz**, а в поле — **Step: 10 Hz**.

5. Кнопками **"Λ"** и **"V"** установить частоту на частотомере 10,00000 МГц. При необходимости кнопкой **"Шаг"** можно увеличить или уменьшить скорость подхода к этой частоте (индикация в поле **"Шаг"** не соответствует фактическому шагу изменения частоты на частотомере, а только отображает косвенную скорость перестройки).

6. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 один раз.

Сохранение установок начальной, конечной частоты и времени развёртки.

1. Установить необходимые для запоминания начальную, конечную частоты и время развёртки.

2. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: 0dB**.

3. Перейти в режим работ **LIN-LOG-GEN** и выбрать **GEN**.

4. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 два раза с паузой между нажатиями около 1 с.

Сброс установок начальной, конечной частоты и времени развёртки, включение всех режимов для быстрого доступа.

1. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: −10dB**.

2. Перейти в режим работ **LIN-LOG-GEN** и выбрать **GEN**.

3. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 два раза с паузой между нажатиями около 1 с.

Выбор типа DDS-генератора (AD9850 или AD9851).

1. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: −20dB**.

2. Перейти в режим работ **LIN-LOG-GEN** и выбрать **GEN**.

3. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 два раза с паузой между нажатиями около 1 с.

4. Кратковременно нажать на кнопку **NRST** на модуле A1 или выключить и включить питание приставки для активации изменения.

Установка типа аттенюатора 30/50дБ (только при установке на плату реле K1 и элементов аттенюатора на 20 дБ).

1. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: −30dB**.

2. Перейти в режим работ **LIN-LOG-GEN** и выбрать **GEN**.

3. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 два раза с паузой между нажатиями около 1 с.

Установка текущего типа микросхемы DDS-генератора и типа аттенюатора контролируется по цифрам после версии ПО в нижнем левом углу экрана. Эти установки "триггерные", т. е. каждое выполнение установки переключает настройку на противоположную, обычно выполняются только один раз при первом включении приставки после программирования модуля A1.

Калибровка уровня выходного сигнала DDS-генератора (работает только при условии установки узла с VT1 на плате):

1. Соединить вход и выход приставки ВЧ-кабелем с разъёмами BNC с двух сторон.

2. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: 0dB** — для включения калибровки или **ATT: 10dB** — для выключения калибровки.

3. Перейти в режим работ **LIN-LOG-GEN** и выбрать **LOG**.

4. Нажать на кнопку **KEY** на модуле A1 один раз. Примерно через 100 с калибровка будет завершена.

В процессе калибровки в нижнем левом углу экрана появляется отладочная информация о частоте калибровки и действующем значении константы ШИМ. Необходимо убедиться, что её значение не превышает 4094 для всех частот калибровки. В противном случае необходимо использовать другой экземпляр транзистора VT1.

Программная калибровка линии уровня сигнала в линейном и логарифмическом режимах.

1. Соединить вход и выход приставки ВЧ-кабелем с разъёмами BNC с двух сторон.

2. Выключить и включить питание приставки.

3. Перейти в режим **ATT** и выбрать **ATT: −10dB** — для выключения калибровки или **ATT: 0dB** — для включения калибровки.

4. Нажать один раз на кнопку KEY на модуле A1.

Примерно через 3 с калибровка линии уровня сигнала будет завершена.

Сохранение режимов быстрого доступа.

1. Соединить вход и выход приставки ВЧ-кабелем с BNC разъёмами с двух сторон.

2. Выключить и включить питание приставки.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 2

Вид калибровки	Режим	Аттенюатор	Действия настройки/калибровки
Калибровка частоты DDS-генератора, выбор микросхемы DDS (AD9850 или AD9851), сброс настроек, установка аттенюатора 30 дБ или 50 дБ	GEN	**0dB** — установка частоты генератора и сохранение пользовательских значений. **–10dB** — сброс пользовательских значений. **–20dB** — переключение типа микросхемы DDS (AD9850 или AD9851). **–30dB** — переключение типа аттенюатора 30 дБ или 50 дБ Любое значение	Устанавливается образцовая частота DDS. Сохранение значения начальной, конечной частоты и времени развёртки. Сброс сохранённых начальной, конечной частоты и времени развёртки. Включение всех режимов для быстрого доступа. Переключение множителя на шесть на противоположное значение. Переключение управления дополнительной ступенью аттенюатора на реле K1 на противоположное значение. Проверка наличия линейного детектора — микросхемы d8361.
Калибровка уровня выходного сигнала DDS-генератора	LOG	**0dB** — включение, **–10dB** — выключение.	Включение и выключение калибровки уровня выходного сигнала DDS-генератора.
Программная калибровка линии и сохранение отметок режимов быстрого доступа	LIN	**0dB** — включение и сохранение, **–10dB** — выключение.	Калибровка вывода линии уровня и сохранение режимов, значения которых были изменены с момента подачи питания и будут изменены для быстрого доступа на противоположное значение. Выключение калибровки линии уровня.

3. Проверить все режимы, для которых необходимо изменить признак оперативной доступности при включении питания на противоположный, и в этих режимах сделать любые изменения для их включения или исключения.

4. Нажать один раз на кнопку **KEY** на модуле A1.

Примерно через 3 с калибровка линии завершится, и будут сохранены настройки режимов быстрого доступа.

Краткие описания всех вариантов калибровки сведены в **табл. 2**.

Конструкция и детали. Для этой приставки была разработана основная двухсторонняя печатная плата из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм заводского изготовления размерами 118×72 мм, чертежи которой показаны на **рис. 7** и **рис. 8**. Схемы размещения на ней элементов показаны на **рис. 9** и **рис. 10**.

Вид смонтированной платы показан на **рис. 11** и **рис. 12**.

Кнопки смонтированы на односторонней печатной плате размерами 40×40 мм, изготовленной методом ЛУТ из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж этой печатной платы и размещение на ней кнопок показаны на **рис. 13**.

Эти платы размещены в пластмассовом корпусе размерами 125×80×32 мм (см. рис. 1), вариант размещения плат в корпусе приставки показан на **рис. 14**.

Плата с кнопками крепится к основной плате на двух, подходящих по длине винтах или шпильках, размещённых по одной диагонали платы, и таких же двух винтах, закреплённых к плате кнопок, по второй диагонали и просто опирающихся на основную плату. В точках касания этих опорных винтов к основной плате, при необходимости, можно подложить и приклеить изоляционные прокладки для исключения замыкания печатных проводников. Длина винтов и шпилек зависит от высоты толкателей применённых кнопок и может варьироваться от 25 мм до 40 мм. Плата кнопок соединена с основной платой пятью проводами. Использованы кнопки с размерами основания 12×12 мм с высотой толкателя 8...20 мм, например KAN1211-1201B. Но можно применить и другие подходящие кнопки. Плату кнопок можно изготовить из любого подходящего по размерам отрезка стеклотекстолита или пластмассы, а все соединения выполнить отрезками изолированного монтажного провода.

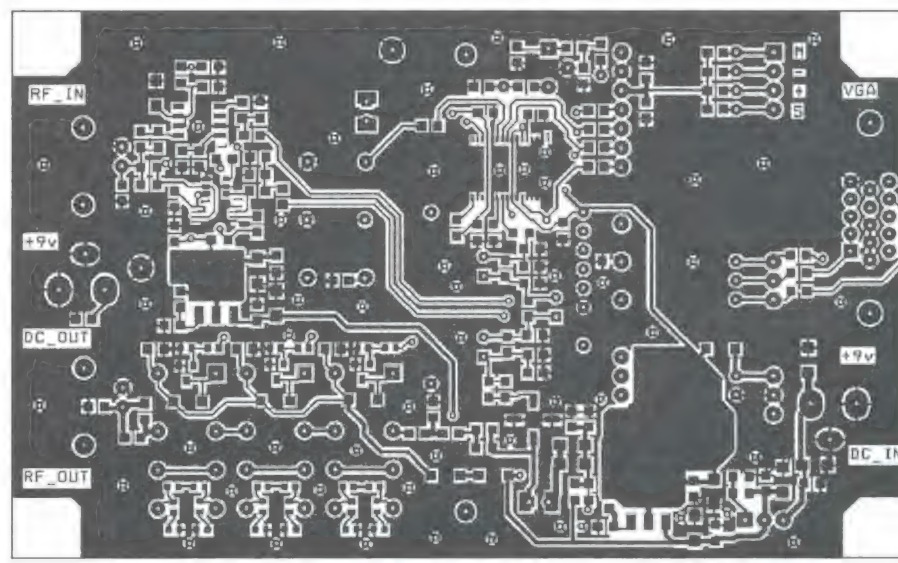


Рис. 7

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

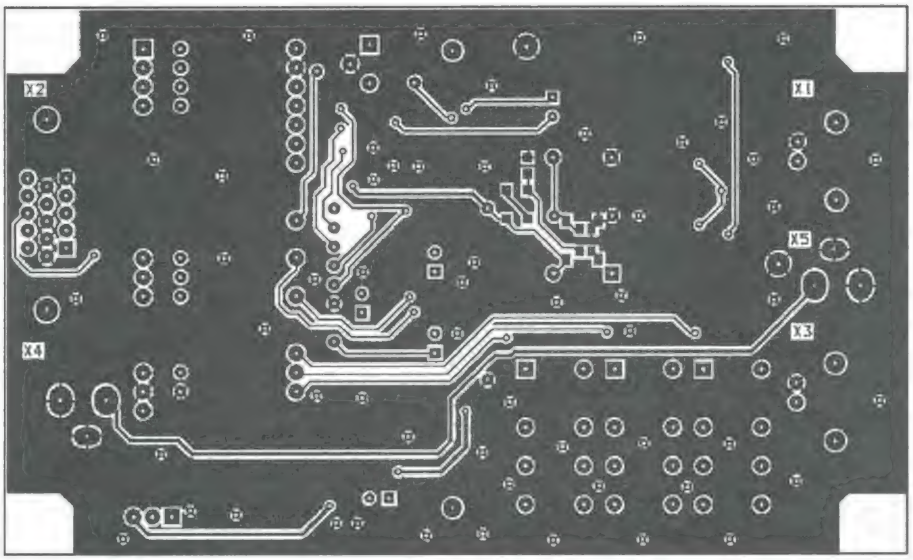


Рис. 8

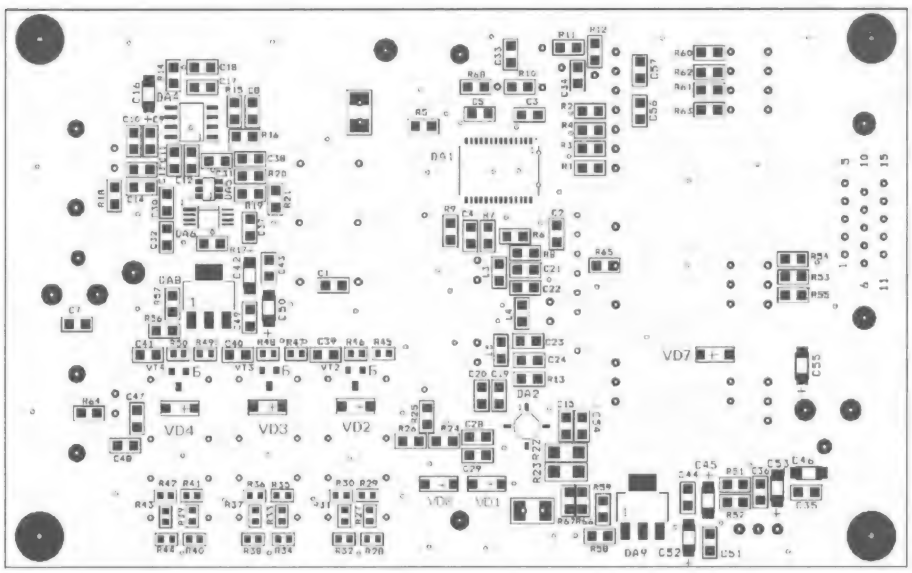


Рис.9

Все резисторы и керамические конденсаторы — для поверхностного монтажа типоразмера 0805 или 0603. Оксидные конденсаторы — танталовые для поверхностного монтажа TAJA106K010RNJ на напряжение 10 В или TAJA106K016RNJ на напряжение 16 В, типоразмера A, их можно заменить керамическими с соответствующей ёмкостью и габаритами.

Разъёмы X1, X3 — BNC типа GB-142AR, BNC-7044 или аналогичные. Разъём питания X4 и разъём питания внешних модулей X5 — DS-210B (2,1×5,5 мм). В качестве одного из внешних модулей можно подключить выносную высокоомную ВЧ-головку. Микросхему LM317T (DA7) необходимо установить на теплоотвод, выполненный из алюминиевой пластины размерами 15×50×2 мм. Регулируемые стабилизаторы напряжения LD1117STR-ADJ (DA8, DA9) можно заменить стабилизаторами с фиксированными напряжениями, установив соответствующий резистор между выводом 1 и общим проводом. Например, стабилизатор LD1117S50TR на напряжение 5 В с резистором 61 Ом даёт требуемое напряжение 5,3 В.

Микросхема логарифмического детектора — AD8307AR в корпусе SO-8. На печатной плате предусмотрена возможность использования микросхемы линейного детектора AD8361ARTZ в корпусе SOT23-6 (DA5) или в корпусе MSOP-8 AD8361ARMZ (на плате обозначена DA6), нужно лишь переместить конденсатор из позиции C31 в позицию C37. Как было упомянуто выше, использование этого детектора не обязательно, и его

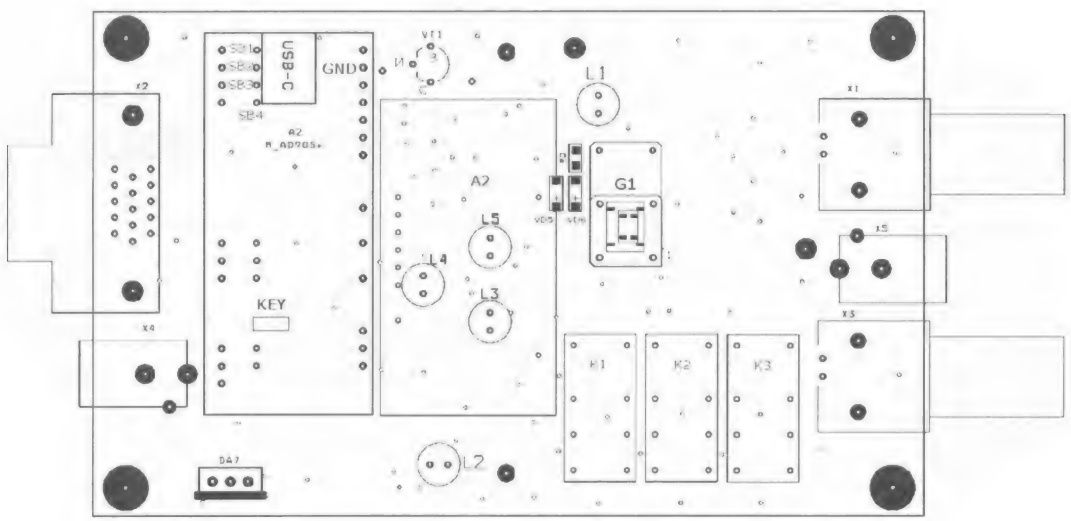


Рис. 10

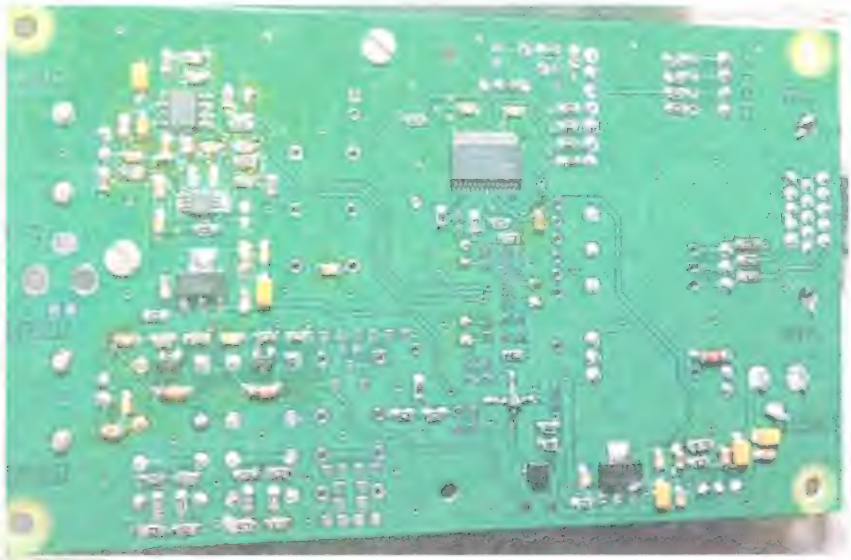
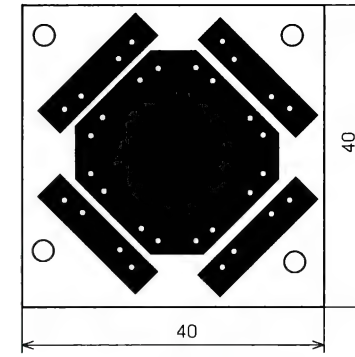
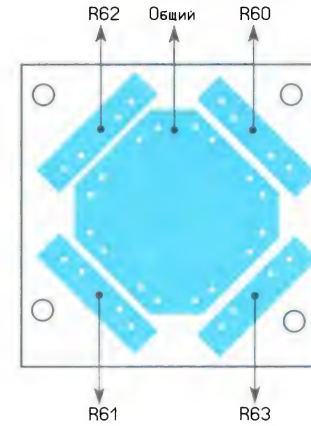


Рис. 11

Рис. 12





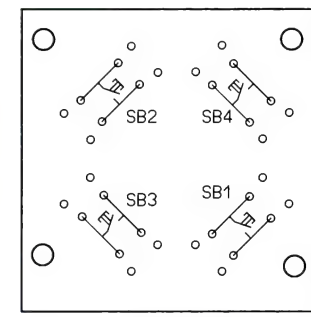


Рис. 13

можно не устанавливать, необходимо только соединить его выход с общим проводом, установив перемычку с нулевым сопротивлением R65. После проведения калибровки частоты DDS-генератора программное обеспечение определит отсутствие сигнала этого детектора, и его обработка и отображение будут отключены.

Катушки ФНЧ L3—L5 могут быть как покупные типоразмера 0805, так и изготовленные самостоятельно на кольцевых ферритовых магнитопроводах диаметром 7...10 мм проницаемостью 20ВЧ, 30ВЧ или импортных Т37-2 и содержащие 5...6 витков проводом ПЭЛ-2 0,3. Катушки L1, L2 могут быть покупные типоразмера 1210 (10...50 мГн) или изготовленные самостоятельно на кольцевых магнитопроводах диаметром 7...10 мм из феррита 2000НН и содержащие 15...20 витков проводом ПЭЛ-2 0,3.

Рис. 14

Микросхему ERA-5SM (DA2) можно заменить любой из ERA-1SM, ERA-2SM, ERA-3SM, ERA-4SM с заменой резисторов R22, R23, соответствующих напряжению питания 9 (или 7,5) В.

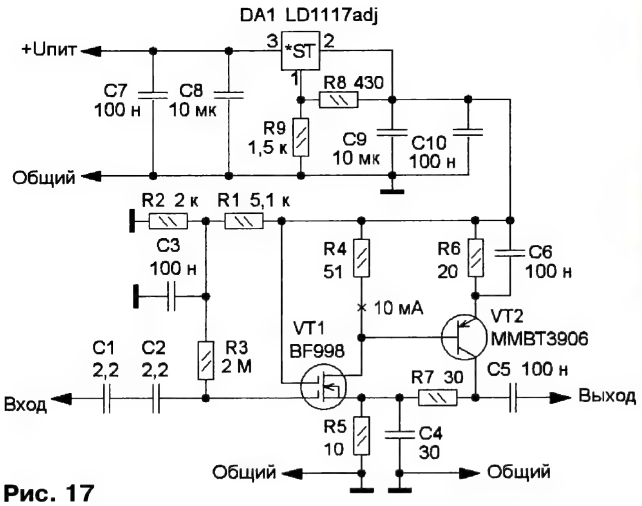


Рис. 17

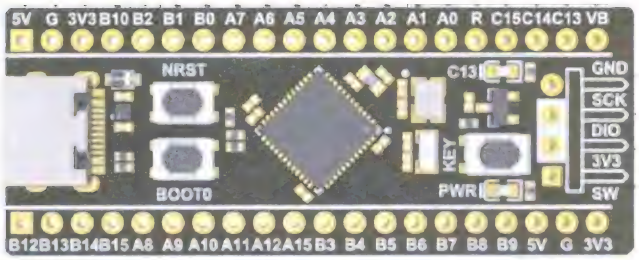


Рис. 15

Рис. 18

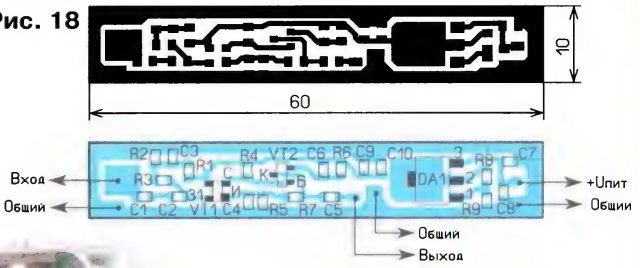


Рис. 16

Транзистор VT1 КП103А может быть заменён транзистором серии КП103 с буквенными индексами Б, Е, Г, Ж, И в пластмассовом корпусе. При использовании транзистора в металлическом корпусе следует учесть отличие в цоколёвке.

Выходной аттенюатор может быть упрощён, и использовано только два из трёх реле. В программе приставки предусмотрена возможность не устанавливать реле K1 и элементы VT2, R45, R46, R27—R32, VD2. В этом случае следует установить проволочную перемычку между выводами 4 и 13 реле K1. Все реле — TRS-5VDC-SB-L15, BT-5S, BT-6S или любые другие с аналогичной цоколёвкой.

В качестве управляющего элемента используется модуль BlackPill на базе МК STM32F401. Использование этого модуля обусловлено удобством его программирования без использования специального программатора. Этот модуль встречается в продаже в трёх вариантах исполнения. Два 40-контактных, отличающихся шириной платы, и один 44-контактный. Основная печатная плата приставки рассчитана на вариант с 40 контактами (**рис. 15**). Модуль устанавливают на основную плату, запаивая проволочные перемычки или используя два однорядных гнезда серии PBS с шагом 2,54 мм.

В этой приставке можно использовать два типа микросхем DDS — AD9851BRS или AD9850BRS. Эти микросхемы отличаются максимальной частотой образцового генератора (рекомендовано 125 МГц для AD9850 и 180 МГц для AD9851) и встроенным умножителем этой частоты на шесть для AD9851. Соответственно в сервисном режиме ПО предусмотрены включение этого множителя и изменение самой образцовой частоты, которая, будучи поделённой на два, задаёт теоретическую верхнюю частоту качания приставки и генератора, практически же час-

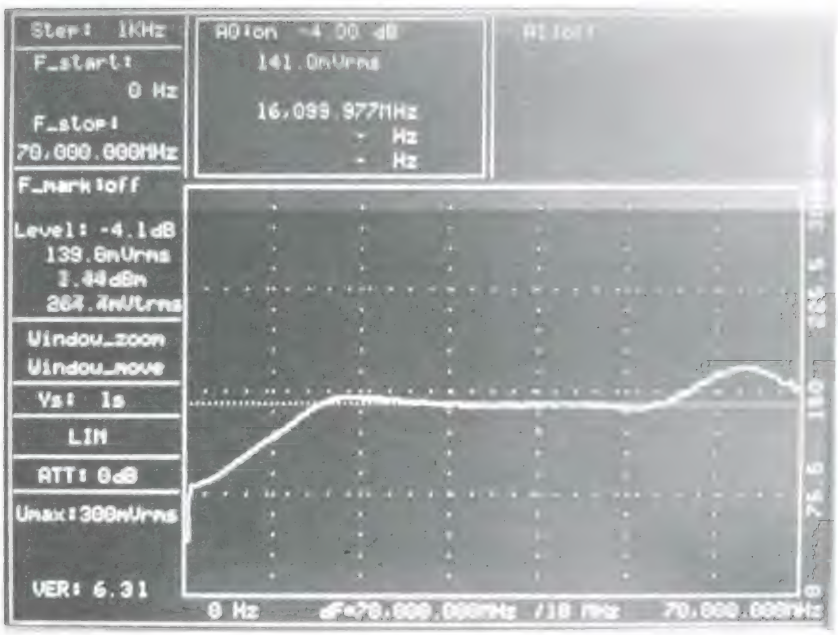


Рис. 19

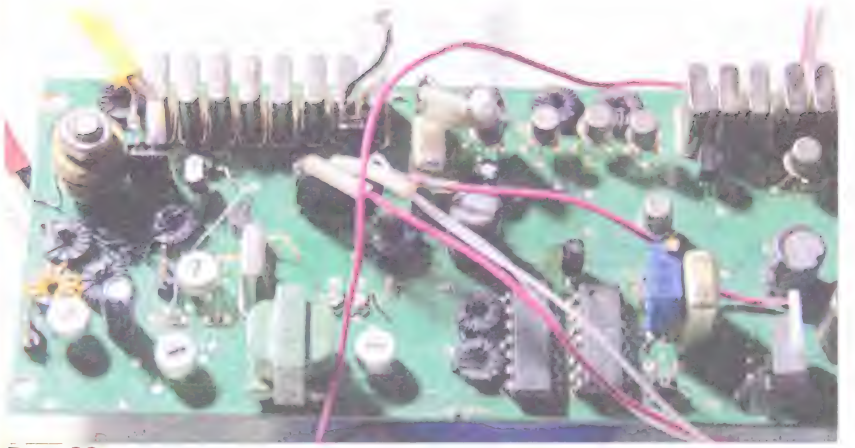


Рис. 20

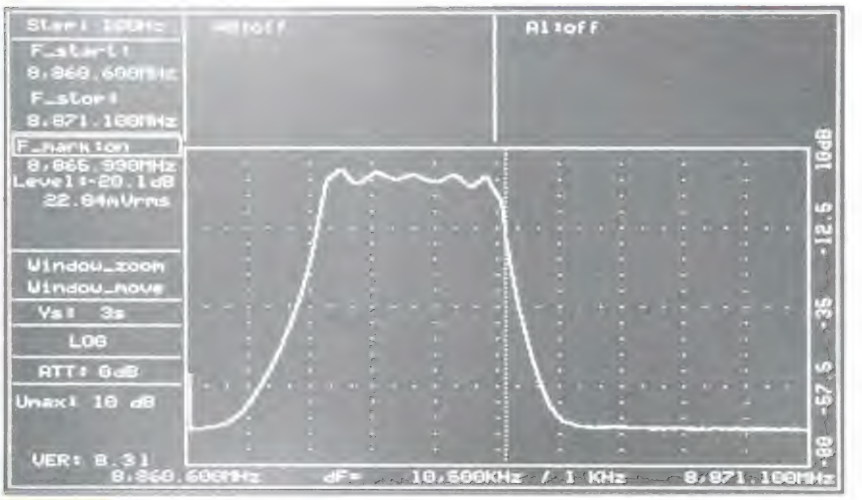


Рис. 21

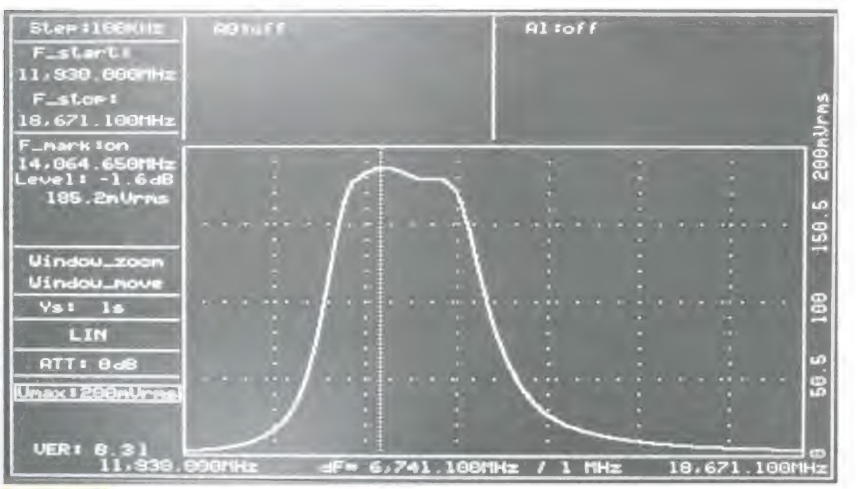


Рис. 22

тота, которую ещё можно использовать, — $F_{обр}/3$. На практике проверена работа микросхемы AD9850 с генератором образцовой частоты 140 МГц, а микросхемы AD9851 с включённым множителем на шесть — с генераторами на частоту 27 МГц или 32 МГц, что соответствует образцовым частотам 162 МГц и 192 МГц.

При работе на частоте выше рекомендованной наблюдаются повышенное энергопотребление и тепловыделение, в связи с чем стабильная работа может зависеть от конкретного экземпляра микросхемы. Например, одна из микросхем AD9851 при образцовой частоте 192 МГц после двух минут работы перегревалась и начинала давать сбои в формировании выходной частоты, но при замене образцового генератора с 32 МГц на 27 МГц работала без каких-либо проблем (генератора на 30 МГц для рекомендованной максимальной частоты 180 МГц не было в наличии).

На печатной плате предусмотрено использование кварцевых генераторов в корпусах типоразмеров DIP8, DIP14, 7×5 мм, 3,2×2,5 мм, в том числе с напряжением питания 3,3 В, для чего устанавливаются элементы C6, VD5, VD6 как альтернатива стабилизатора напряжением 3,3 В. Пайка микросхемы DDS-генератора с шагом выводов 0,5 мм или самостоятельное изготовление основной платы методом ЛУТ может вызвать трудности, поэтому на печатной плате предусмотрено использование готового покупного модуля DDS-генератора (**рис. 16**) на микросхеме AD9851 или AD9850, который на плате обозначен A2. В этом случае не устанавливают кварцевый генератор G1, элементы DA1, R6—R9, R13, C21—C24, L3—L5 и узел управления выходным уровнем (R10—R12, C33, C34, VT1). Однако этот узел можно и оставить, тогда придётся выпаять резистор R6 на плате модуля A2 и проволочной перемычкой соединить печатный проводник этого резистора, идущий к выводу 12 микросхемы DDS-генератора, и резистор R10, который подключён к выводу 12 микросхемы DA1 на основной плате. Также этот узел можно не устанавливать и в основном исполнении, в этом случае вместо него необходимо установить резистор R68 сопротивлением 3,9...6,8 кОм. Подбирают этот резистор, чтобы на частоте 10 МГц уровень сигнала на выходе приставки был 230 мВ. Уменьшение сопротивления увеличивает выходное напряжение. Уровень сигнала контролируют с помощью самой же приставки при соединении кабелем её выхода и входа.

Для облегчения разметки отверстий для кнопок в верхней крышке корпуса можно предложить следующий способ. В масштабе 1:1 печатают на бумаге чертежи основной платы и платы кнопок. На плате кнопок иглой или шилом намечаются центры кнопок, используя для позиционирования четыре вывода каждой кнопки. Платы вырезают по контуру и накладывают друг на друга, совмещая их по двум точкам крепления. Намеченные центры кнопок переносятся на основную плату. Основную плату без зазоров вкладывают внутрь крышки корпуса и по намеченным центрам кнопок сверлят отверстия.

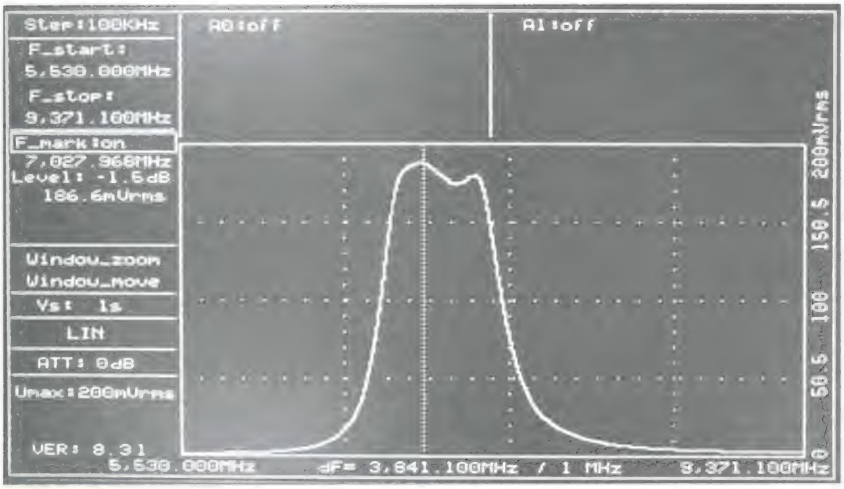


Рис. 23

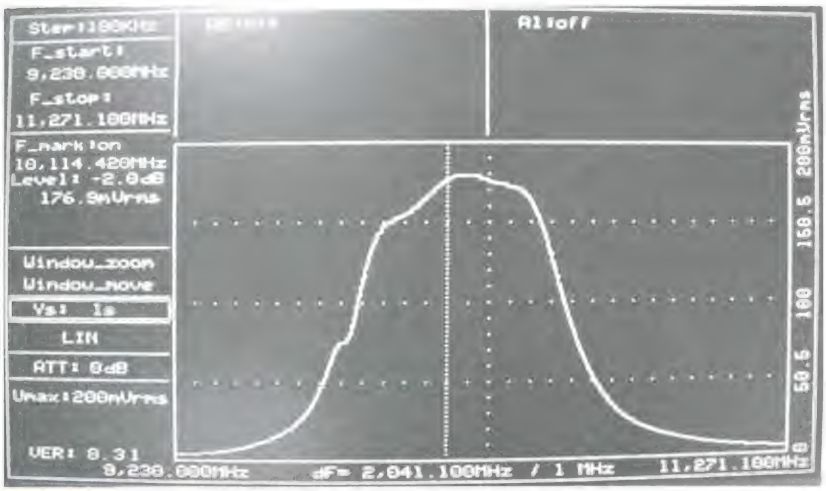


Рис. 24

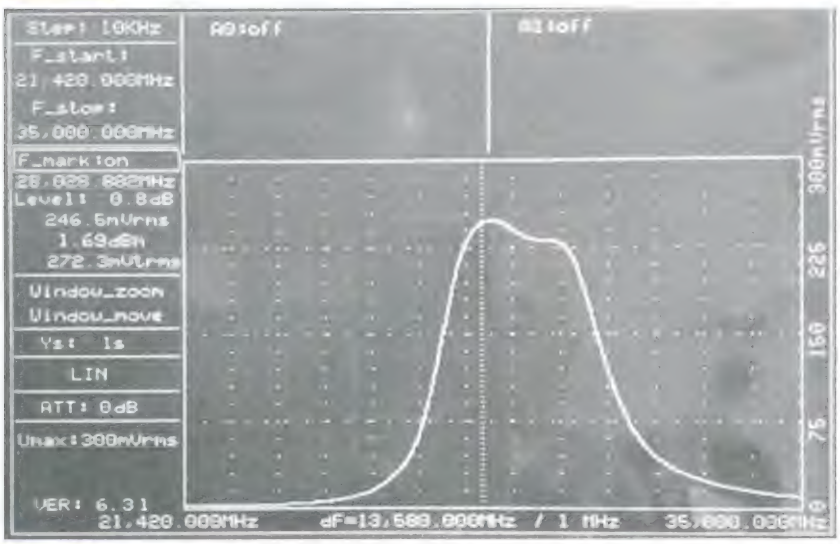


Рис. 25

Совместно с приставкой можно использовать активную высокоомную ВЧ-головку, схема которой показана на **рис. 17**. Все элементы размещены на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж и размещение элементов показаны на **рис. 18**. Головку соединяют с приставкой экранированным кабелем с разъёмом BNC. Питающее напряжение желательно подавать также экранированным кабелем, а плату головки разместить в металлическом корпусе, который надо соединить с общим проводом. АЧХ головки показана на **рис. 19**. При необходимости можно провести калибровку всего тракта приставка—высокоомная ВЧ-головка.

Для программирования приставки использована программа **DfuSe Demo** с сайта производителя контроллера **STMicroelectronics** (файл stsw-stm32080.zip). Файл прошивки — **achx_401_v9.dfu**. Все шаги программирования полностью совпадают с описанием в [1].

Сборку и налаживание приставки нужно начать с монтажа всех резисторов (кроме отмеченных звёздочкой), конденсаторов, разъёмов и стабилизаторов напряжения. Далее убеждаются в отсутствии замыканий при монтаже, проверяют работу стабилизаторов напряжения (DA7 — +7,5±0,3 В, DA8 и DA9 — +5,3±0,2 В). После этого завершают монтаж всех остальных микросхем и модулей. Выполняют программирование модуля A1 и калибровку. Первой выполняют калибровку с указанием применённого DDS-генератора, затем тип аттенюатора 30 дБ или 50 дБ, сброс пользовательских настроек, затем проводят калибровки уровня выходного сигнала и линии отображения. Сохранение отметок режимов быстрого доступа и установка пользовательских граничных частот выполняются при необходимости в любой момент времени.

Для питания приставки использован промышленный малогабаритный стабилизированный блок питания с выходным напряжением 9 В и максимальным током 0,5 А с подходящим разъёмом питания. Использование блока питания с выходным напряжением 12 В возможно, но нежелательно, так как при продолжительной работе приставки стабилизатор DA7 сильно нагревается и требуется предпринимать дополнительные меры по его охлаждению. Так, при нестабильном напряжении этого блока питания следует запитать усилитель DA2 напряжением 7,5 В от стабилизатора DA7.

Работа с приставкой не отличается от работы с промышленным измерителем АЧХ. Пример АЧХ кварцевого фильтра в логарифмическом масштабе основной платы (**рис. 20**) КВ-трансивера [4, 5] показан на рис. 2, **рис. 21**, при этом вертикальный маркер установлен на скате фильтра с уровнем –20 дБ для определения частот гетеродина для приёма верхней и нижней бо-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ковой полос. На **рис. 22—рис. 25** приведены АЧХ некоторых диапазонных полосовых фильтров [6] в линейном масштабе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Попов В.** Осциллографическая приставка к VGA монитору. — Радио, 2021, № 6, с. 30—34; № 7, с. 22—24.

2. VGA output using a 36-pin STM32. — URL: **https://www.artekit.eu/vga-output-using-a-36-pin-stm32** (07.05.25).

3. Analog Devices AN-423 Application Notes. — URL: **https://manualmachine.com/analogdevices/an423/7450729-application-notes/** (07.05.25).

4. **Денисов В.** Основная плата КВ-трансивера. — Радио, 2020, № 9, с. 53—64; № 10, с. 53, 54 и 3-я с. обложки.

5. **Денисов В.** Основная плата КВ-трансивера. Схема размещения элементов. — Радио, 2020, № 11, с. 56.

6. **Денисов В.** Блок входных диапазонных фильтров на ферритовых кольцах для КВ-трансивера. — Радио, 2021, № 2, с. 52—54.

От редакции. *Файлы для микроконтроллера и чертежи печатных плат находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/prist.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Питание нагрузки от внешнего аккумулятора

М. МАРКОВ, г. Иваново

Некоторые приборы и устройства требуют источника питания постоянного тока напряжением 5 В. Для этой цели удобно использовать зарядные устройства (сетевые адаптеры) с USB-выходом. Они предназначены не только для зарядки аккумуляторов сотовых телефонов, но могут питать и другие нагрузки. Недостаток такого решения — привязка к сети 230 В. Автор попытался запитать свои устройства от внешних аккумуляторов, именуемых Power Bank (PB). Они также предназначены для зарядки сотовых телефонов, но не привязаны к сети. Оказалось, что замена сетевого адаптера на PB во многих случаях не проходит.

Контроллер PB поддерживает на его выходе некоторое тестовое напряжение и ожидает появления потребляемого нагрузкой тока. Обычно несколько миллиампер достаточно для обнаружения нагрузки. Заметив нагрузку, контроллер PB выставляет на выходе номинальное напряжение 5 В. Питаемое устройство начинает работать, но через несколько секунд выходное напряжение PB может отключиться.

Дело в том, что контроллер PB ориентирован на зарядку аккумулятора сотового телефона, а не на питание произвольной внешней нагрузки. Если ток, потребляемый нагрузкой, контроллер PB квалифицирует как слишком малый, через несколько секунд он решает, что аккумулятор сотового телефона зарядился, и снимает напряжение с нагрузки. Это экономит заряд PB, но мешает запитать произвольную внешнюю нагрузку.

Как правило, в паспортах внешних аккумуляторов отсутствует информация о токе обнаружения нагрузки, токе удержания номинального выходного напряжения 5 В и времени отключения нагрузки после снижения её тока ниже порога удержания. Только на опыте можно определить совместимость конкретного PB с используемой нагрузкой. Одним из решений является подключение дополнительного нагрузочного резистора параллельно нагрузке, как показано на **рис. 1**. Достаточно сделать простой переходник, и PB перестанет самовольно отключать выходное напряжение.

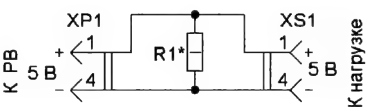


Рис. 1

Такое решение не экономично. Во многих случаях большая часть энергии аккумулятор тратится на нагрев резистора, а не на питание нагрузки. Однако потери энергии всё же лучше, чем полная неработоспособность. В такой конструкции требуется подобрать ток через резистор несколько больше тока удержания PB в рабочем состоянии. Автор опробовал семь доступных ему PB. Разброс требуемых сопротивлений нагрузочных резисторов получился весьма значительным. Одному PB для устранения самовыключения достаточно было установки резистора сопротивлением 130 Ом. Надёжная работа другого требовала резистора сопротивлением 36 Ом. Выявлен один из PB, который совсем не замечал внешней нагрузки. Для его "пробуждения" потребовалось нажать на кнопку на боковой стенке. "Проснувшись", он вёл себя так же, как и остальные.

Переходник с дополнительной нагрузкой в виде резистора — простое и универсальное решение, пригодное для всех опробованных автором PB. Однако хотелось бы сделать нечто менее расточительное. Как показали опыты, контроллер PB отключает выходное напряжение не сразу после отключения внешнего нагрузочного резистора. Время отключения составляет от нескольких секунд до нескольких десятков секунд. Если к PB кратковременно подключить нагрузку, потребляющую ток больше тока удержания, а потом её отключить, отсчёт времени на отключение начинается заново. Если дополнительный нагрузочный резистор подключать кратковременно, то бесполезный расход энергии аккумулятора можно существенно снизить.

Для шести из семи PB оказалось достаточно подключать резистор сопротивлением 36 Ом на 0,5 с через каждые 5 с. Для одного PB не удалось подобрать подходящий импульсный режим. К нему подошёл только переходник, показанный на рис. 1. Похоже, что его контроллер не перезапускал отсчёт времени отключения по импульсу тока нагрузки. Для некоторых PB удалось подобрать нагрузочный резистор сопротивлением более 36 Ом, время подключения — менее 0,5 с, а время паузы больше 5 с. Однако в погоне за универсальностью устройства автор в своей разработке принял именно параметры 36 Ом, 0,5 с, 5 с. Осталось только разработать такой генератор импульсов и разместить его в переходнике между PB и питаемой маломощной нагрузкой.

Возможно множество реализаций подходящих генераторов импульсов разной степени сложности. Целесообразно выбрать простую схему, допускающую регулировку параметров импульсов в широких пределах для под-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

стройки под конкретный РВ. Тут подойдёт мультивибратор на двух транзисторах, генератор на таймере 555, генератор на операционном усилителе и многие другие схемы. Большинство из них потребуют внешних времязадающих элементов. Например, в виде RC-цепей с конденсаторами большой ёмкости.

Автор взял за основу микроконтроллер (МК) серии PIC10F200. Он имеет всего шесть выводов и может генерировать требуемые импульсы без использования внешних времязадающих элементов. Стабильность тактового генератора гарантируется изготовителем на уровне 1 %. Длительности импульса и паузы заносятся в программу, которую при желании можно перекомпилировать с другими временными параметрами.

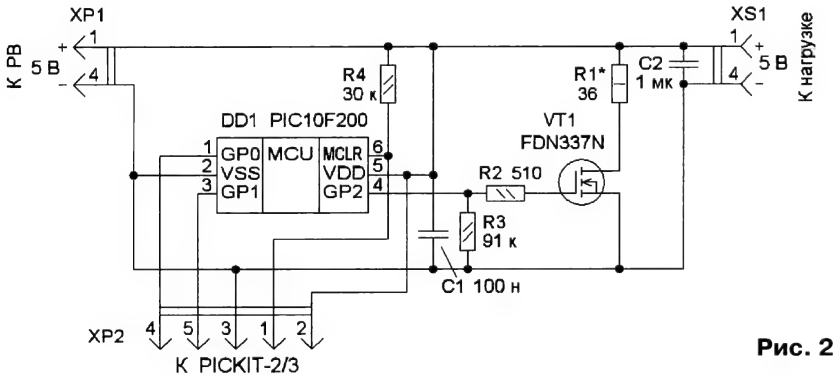


Рис. 2

Схема такого генератора, который периодически подключает нагрузочный резистор к РВ, показана на **рис. 2**. Здесь применён упомянутый выше МК, к которому добавлен резистор R4 поддерживающий на входе MCLR уровень лог. 1 при работе устройства. С выхода GP2 сигнал через резистор R2 поступает на затвор транзистора VT1, подключающего нагрузочный резистор R1 к линии питания. Резистор R2 ограничивает ток перезарядки ёмкости затвора, а резистор R3 обеспечивает лог. 0 на затворе транзистора в случаях, когда микроконтроллер ещё не настроил линию GP2 на выход. Конденсаторы C1 и C2 — блокировочные по питанию. Для загрузки программы в МК к устройству подключается программатор PICKIT2 или PICKIT3 через разъём XP2. Разумеется, программатор должен применяться только при отключённом внешнем питании. В процессе разработки пришлось многократно менять программу, разъём XP2 был необходим. Если МК прошивается в разъёме программатора однократно, то этот разъём можно исключить.

После включения питания устройства программа в МК настраивает выводы на ввод и вывод, выжидает некоторое время (0,1 с) для завершения переходных процессов в цепях, потом проверяет уровень сигнала на выводе MCLR. Если там лог. 1, программа переходит к циклическому генерированию импульсов на выводе GP2. Эти импульсы открывают транзистор VT1, что вызывает подключение нагрузочного резистора R1 между общим проводом и линией питания +5 В. В случае сбоя МК из-за помех по питанию сторожевой таймер проведёт его перезапуск. В программе задано время перезапуска — примерно 2 с.

Полный текст программы разделён на несколько файлов. В файле **ImpProg.inc** есть строки:

```
movlw D'5';_-_ Импульс. Длительность в десятых долях секунды
movwf T1
```

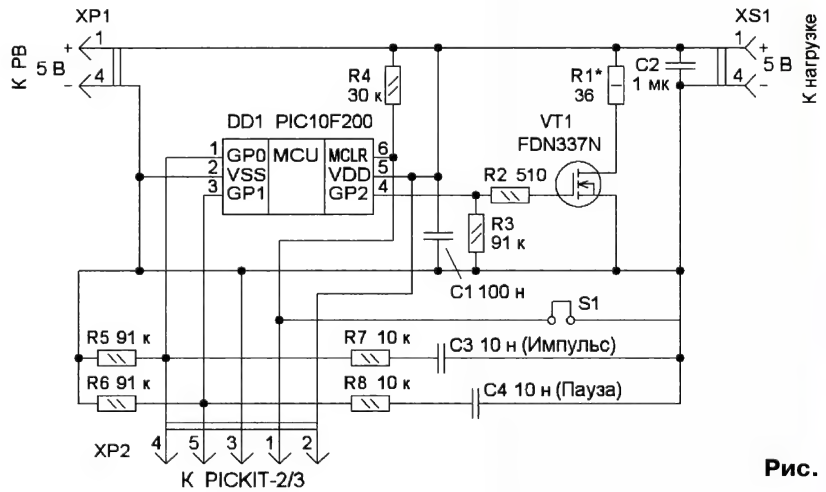


Рис. 3

```
movlw D'50';-_- Пауза. Длительность в десятых долях секунды
movwf T0
```

При подстройке под конкретный РВ в эти строки можно записать другие параметры. Числу 1 соответствует 0,1 с, а числу 255 — 25,5 с. Разумеется, после исправления текста программу нужно перекомпилировать в среде MPLAB и загрузить в МК.

Автор много экспериментировал с генератором импульсов. При этом программное изменение длительности импульсов представлялось ему наиболее удобным, однако для желающих задавать длительности импульса и паузы с помощью перепайки элементов такая возможность предусмотрена. Схема такого варианта показана на **рис. 3**. Он стал сложнее, зато нет необходимости перепрограммировать МК.

После включения питания МК проверяет уровень сигнала на входе MCLR, и если там лог. 0, программа переходит к генерации импульсов, длительность которых задаётся RC-цепями R5R7C3 и R6R8C4, подключёнными к выводам МК GP0 и GP1. После каждого цикла программа опрашивает состояние перемычки S1, поэтому МК реагирует на это состояние перемычки даже во время генерации импульсов. Разумеется, с задержкой на период их повторения. Вывод MCLR настроен как программно опрашиваемый вход. Если перемычка S1 снята, то на входе MCLR лог. 1 и МК генерирует временные интервалы, заданные в программе. Если перемычка S1 установлена, МК формирует импульсы с параметрами, заданными RC-цепями.

Поскольку длительности импульсов и пауз весьма велики (от десятых долей секунды до десятков секунд), прямое задание временных интервалов RC-цепями требует излишне больших ёмкостей конденсаторов. В МК эта проблема решается легко. Ведётся подсчёт числа циклов зарядки/разрядки конденсаторов. В программе реализованы двухбайтные счётчики, поэтому длительности как импульса, так и паузы могут соответствовать от 1 до 65536 циклов. В программе заложено, что длительность импульса (время подключения резистора R1) соответствует 256 циклам на выводе GP0,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

а пауза — 4096 циклам на GP1. Разумеется, коэффициенты деления могут быть и другие. Для этого в файле **ImpRC.inc** для длительности импульса нужно найти строки:

```
;Теперь зададим число колебаний с периодом, определяемым RC на GP0
    movlw 0x01
    movwf N1; Старший байт счётчика RC колебаний
    movlw 0x00
    movwf N0; Младший байт счётчика RC колебаний
```

Двухбайтовое число 0x0100, задающее длительность импульса (256 циклов RC колебаний на GP0) загружается в ячейки N1:N0

Длительность паузы между импульсами задают строки

```
;Теперь зададим число колебаний с периодом, определяемым RC на GP1
    movlw 0x10
    movwf N1; Старший байт счётчика RC колебаний
    movlw 0x00
    movwf N0; Младший байт счётчика RC колебаний
```

Двухбайтовое число 0x1000, задающее длительность импульса (4096 циклов зарядки RC-цепи на GP1), загружается в ячейки N1:N0.

Через резисторы R7, R8 идёт зарядка конденсаторов в RC-цепях практически до напряжения питания +5 В. Время зарядки заложено в программу и составляет 1 мс. На время зарядки соответствующие выводы МК настроены как выходы. Потом выводы переключаются в режим входов. Начинается разрядка конденсаторов через резисторы R5, R7 или R6, R8. Разрядка конденсаторов идёт до напряжения около 1,5 В. После этого цикл колебаний заканчивается и начинается (если это необходимо) новый. Выводы, подключённые к RC-цепям, задействованы при загрузке программы в МК, поэтому номиналы резисторов выбираются так, чтобы не мешать программатору. Сопротивления резисторов R7, R8 могут быть сопротивлением 5...15 кОм, резисторов R5, R6 — 30...300 кОм, ёмкость конденсаторов — 3...30 нФ. Нужно, чтобы конденсатор успевал полностью зарядиться за 1 мс. Значения указаны ориентировочно, поэтому допустимость параметров нужно проверять отдельно для каждого их сочетания. Программирование проводят при удалённой перемычке S1.

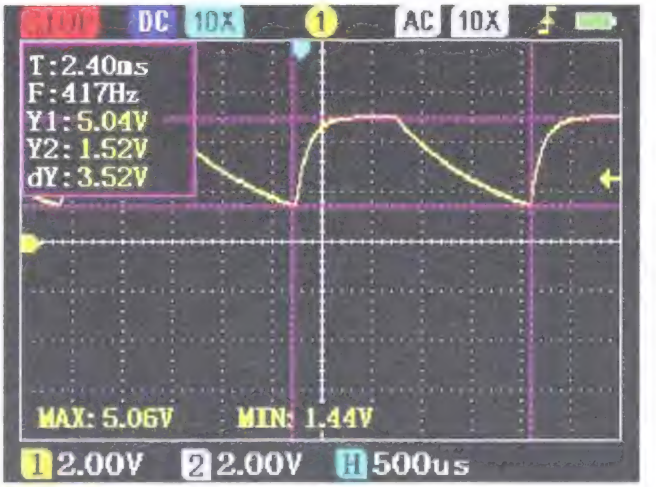


Рис. 4

Осциллограмма напряжения на одном из конденсаторов показана на **рис. 4**. Он заряжается до напряжения питания 5 В и разряжается до напряжения 1,5 В. При этом частота колебаний получается приблизительно 417 Гц.

Точность установки длительности импульса и паузы получается ниже, чем при программном задании. Однако во многих случаях её достаточно. Влияет разброс сопротивлений резисторов и конденсаторов, а также температурная зависимость ёмкости конденсаторов. Желательно применить конденсаторы C3, C4 из керамики NP0, C0G, подойдёт и керамика X7R, а вот Y5V применять нежелательно.

Печатная плата не разрабатывалась. Использована макетная плата с вырезанными на фольгированном стеклотекстолите площадками, к которым припаивались выводы деталей. Соединения выполнены отрезками изолированного провода.

От редакции. *Файлы для программирования микроконтроллера находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/pb.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Регулируемый стабилизатор напряжения

В. КАЛАШНИК, г. Лиски Воронежской обл.

Сегодня трёхвыводные интегральные стабилизаторы с фиксированным выходным напряжением широко распространены. Они имеют сравнительно мало внешних элементов, встроенную защиту от перегрузки и высокую надёжность. Интегральные стабилизаторы посредством некоторых решений можно использовать для получения как пониженного, так и повышенного напряжения. Стабильность этого напряжения не отличается от номинального.

На **рис. 1** показана схема регулируемого стабилизатора напряжения с использованием интегрального стабилизатора DA1 (7805). Он позволяет регулировать напряжение от 0 до 15 В при токе нагрузки до 1,5 А при использовании трансформатора с одной вторичной обмоткой на напряжение 16...18 В и допустимым током 1,5 А.

Особенность предложенного решения состоит в получении минусового напряжения 5 В для подачи его на общий вывод интегрального стабилизатора. Это напряжение получается от той же обмотки питающего трансформатора. Напряжение подаётся на выпрямительный мост VD6 через цепь конденсаторов C1—C4 с защитными диодами VD1—VD4. Необходимая поляризация оксидных конденсаторов достигается защитными диодами. Без этих диодов конденсаторы выйдут из строя.

Работает эта цепь так. Пусть на левой обкладке конденсатора C1 действует положительная полуволна напряжения со вторичной обмотки трансформатора. Ток пройдёт через диод VD1, зарядит конденсатор C2, далее пройдёт через мост VD6, диод VD4, зарядит конденсатор C3 и пройдёт на второй вывод трансформатора. При отрицательной полуволне на верхней обкладке конденсатора C1 ток зарядит конденсатор C1, пройдёт через диод VD2,

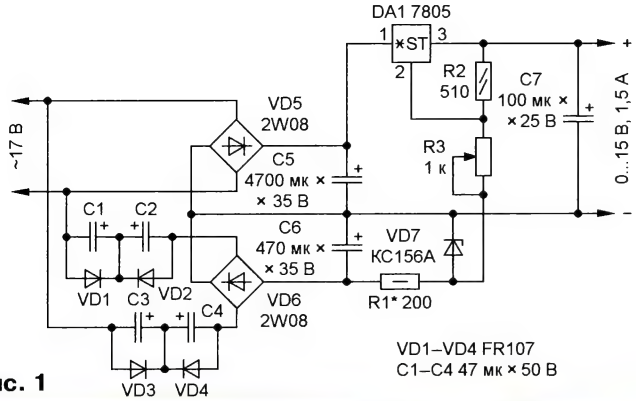
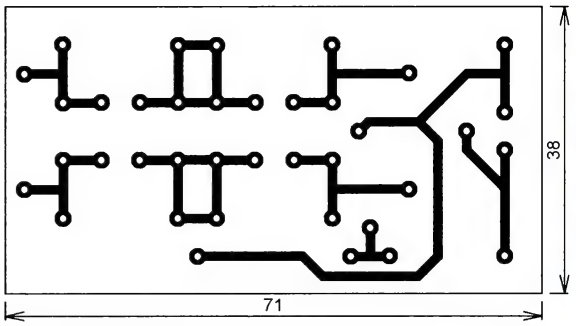


Рис. 1



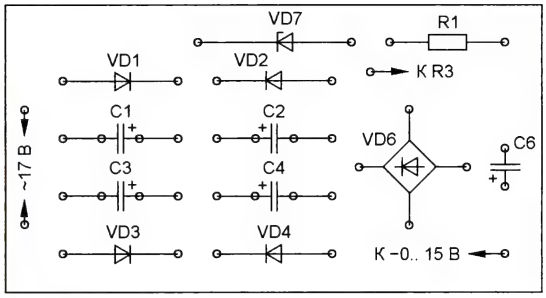


Рис. 2

Рис. 3

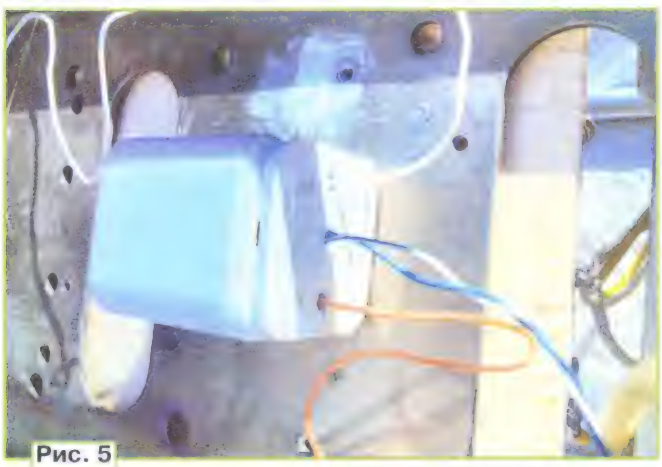


Рис. 5

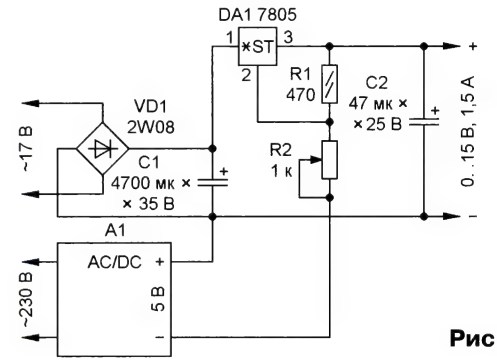


Рис. 4

диодный мост VD6, зарядит конденсатор C4, пройдёт через диод VD3 на второй вывод трансформатора. При этом конденсаторы C2 и C3 разряжаются.

Поскольку конденсаторы включены последовательно (C1 и C3, C2 и C4), то эквивалентная ёмкость цепи C1, C3 будет Сэкв = C1×C3/C1+C3, а для цепи C2, C4 — Сэкв = C2×C4/C2+C4. Можно, конечно, использовать неполярные конденсаторы, но они имеют большие размеры.

Выпрямленное напряжение с диодного моста VD6 через резистор R1 подаётся на стабилитрон VD7, который стабилизирует напряжение на уровне около 5 В при токе 12 мА. Через переменный резистор R3 на управляющий вывод интегрального стабилизатора будет подано компенсирующее минусовое напряжение относительно общего провода. Это позволит регулировать выходное напряжение в пределах от 0 до 15 В.

Сопротивление резистора R1 подбирают опытным путём с целью установки тока приблизительно 12 мА через стабилитрон VD7. Интегральный стабилизатор необходимо установить на теплоотвод площадью не менее 100 см^2.

Читатели могут возразить, что есть готовые регулируемые интегральные стабилизаторы серий LM317, LT1083—LT1085, но их минимальное выходное напряжение — 1,2 В.

На **рис. 2** приведён чертёж печатной плата узла получения минусового компенсирующего напряжения. На этой печатной плате можно разместить как оксидные конденсаторы с защитными диодами, так и неполярные конденсаторы без диодов. Использование этого узла позволит модернизировать стабилизаторы фиксированного напряжения. На **рис. 3** показан внешний вид варианта стабилизатора с вольтметром выходного напряжения.

Подобный регулируемый стабилизатор можно изготовить с использованием дополнительного маломощного блока питания, например зарядного устройства для мобильного телефона. На **рис. 4** показана схема такого варианта, а на **рис. 5** — его внешний вид.

Эквивалент аккумулятора

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Это устройство можно использовать как эквивалент различных аккумуляторов с напряжением от 0,8 В до 4,5 В. Оно предназначено для проверки как различных сетевых зарядных устройств (ЗУ), так и модулей зарядки и контроля аккумуляторов, например, на основе микросхемы серии TP4056 и аналогичных. С помощью эквивалента можно проверить исправность ЗУ, определить алгоритм зарядки, а у самодельных ЗУ — установить ток и напряжение окончания зарядки. Его можно использовать и как электронную нагрузку для проверки блоков питания с режимом ограничения тока, а также режимов защиты источников питания и Power Bank. Питание эквивалента осуществляется от проверяемого устройства. Основное ограничение для эквивалента — входное напряжение не должно превышать 5 В.

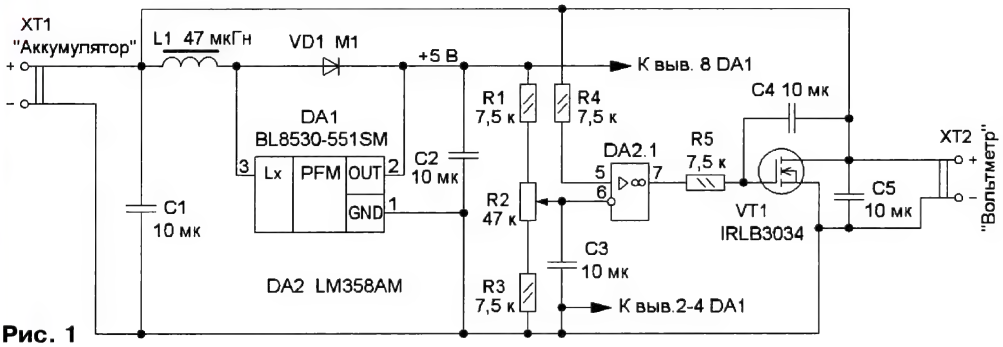
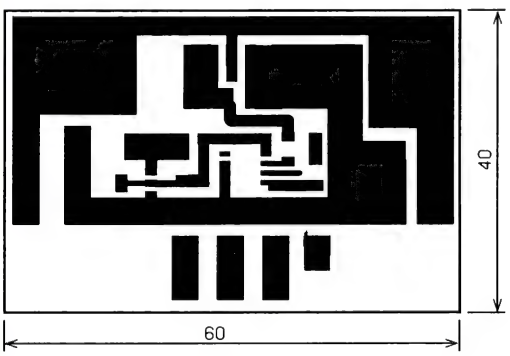


Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 1**. Эквивалент аккумулятора состоит из повышающего стабилизированного преобразователя напряжения, собранного на микросхеме DA1, диоде VD1 и накопительном дросселе L1, а также параллельного стабилизатора напряжения на ОУ DA2.1 и транзисторе VT1. Преобразователь напряжения на микросхеме BL8530-551SM [1] в соответствии с техническим описанием гарантированно начинает работать от напряжения 0,8 В. На практике преобразователь начинает работать при напряжении 0,6 В.

Выходное напряжение преобразователя обеспечивает питанием ОУ и является образцовым для стабилизатора напряжения. Конденсатор C3 подавляет импульсные помехи, а конденсаторы C4 и C5 нужны для обеспечения устойчи-



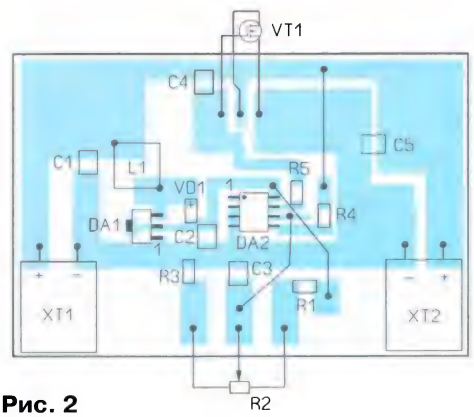


Рис. 2

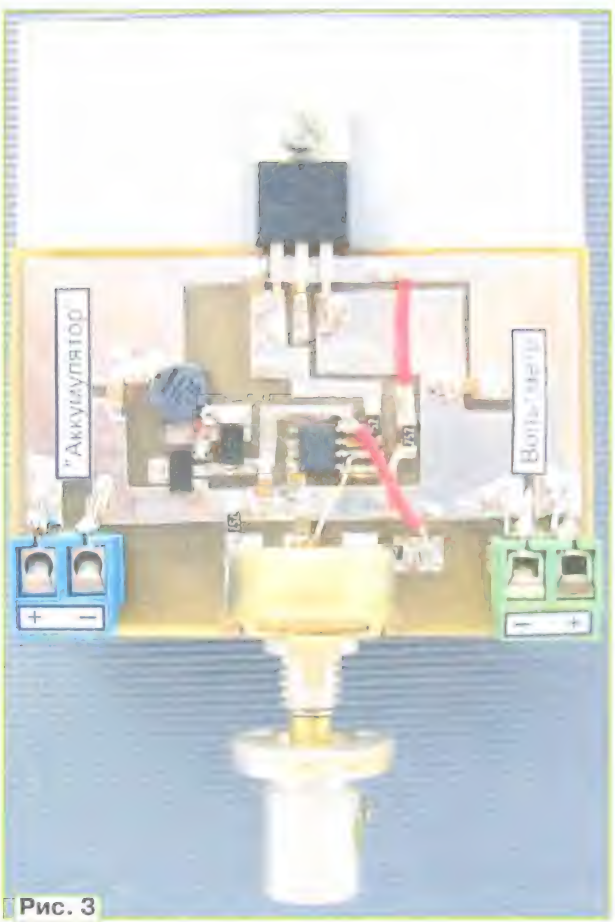


Рис. 3

вости работы стабилизатора напряжения. Регулировка напряжения стабилизации осуществляется переменным резистором R2 в интервале 0,7...4,6 В.

Применены в основном элементы для поверхностного монтажа, которые смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Чертёж платы и схема размещения на ней элементов показаны на **рис. 2**. Постоянные резисторы и конденсаторы — типоразмера 1206, переменный резистор — СП3-4аМ [2] или аналогичный малогабаритный с функциональной характеристикой А. Полевой транзистор — с управлением логическими уровнями, он должен обеспечивать требуемый ток при напряжении на затворе 2,5...3 В. Транзистор установлен на алюминиевом ребристом теплоотводе. Диод VD1 — любой быстродействующий выпрямительный или импульсный для поверхностного монтажа. Дроссель — серии SRR0604 или аналогичный. XT1, XT2 — клеммники винтовые серии KLS-2, они приклеены к плате секундным клеем, и затем их выводы припаяны к контактным площадкам на плате. Фотография собранной платы показана на **рис. 3**.

Максимальный ток стабилизатора может достигать нескольких ампер, он зависит от эффективности теплоотвода, на который установлен транзистор VT1. Какого-либо налаживания устройство не требует.

ЛИТЕРАТУРА

1. BL8530. — URL: **https://clck.ru/3HZ5B4** (19.04.25).

2. Резисторы переменные СП3-4М. — URL: **https://clck.ru/3HZ4xi** (19.04.25).

От редакции. *Чертёж печатной платы эквивалента аккумулятора находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/akkum.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Буквы русского алфавита на семисегментном индикаторе

В. РУБАШКА, г. Лисичанск, ЛНР

Предшественник семисегментного индикатора был запатентован более 100 лет назад, в 1910 г. (U. S. Patent 974943), Фрэнком Вудом. А в 1970 г. американская компания RCA выпустила такой индикатор с нитями накаливания под названием нумитрон. В настоящее время аналогичные, но современные светодиодные индикаторы пользуются заслуженной популярностью у радиолюбителей. Кроме цифр от 0 до 9, на них можно отобразить некоторые буквы английского алфавита. Тем самым есть возможность выводить числа в шестнадцатеричном формате (**рис. 1**).

Рис. 1

В Интернете можно встретить несколько вариантов реализации букв английского алфавита. Но без расшифровки начертания символов и соответствия их буквам понять будет очень непросто. Есть попытки писать слова на русском языке, хотя набор легкоузнаваемых букв сильно ограничен. Всего на таком индикаторе можно отобразить 128 вариантов (27). Попробуйте, найдите здесь все буквы алфавита (**рис. 2**).

А, Б, В, Г, Е, З, И, Н, О, П, Р, С, У, Ч, Ь, Э — не очень большой выбор для формирования слов на русском языке. Названия всех дней недели и месяцев из них точно не получится составить. К сожалению, на семисегментном индикаторе получится выводить только ограниченный набор русскоязычных слов.

Хочу представить свою версию локализации семисегментного

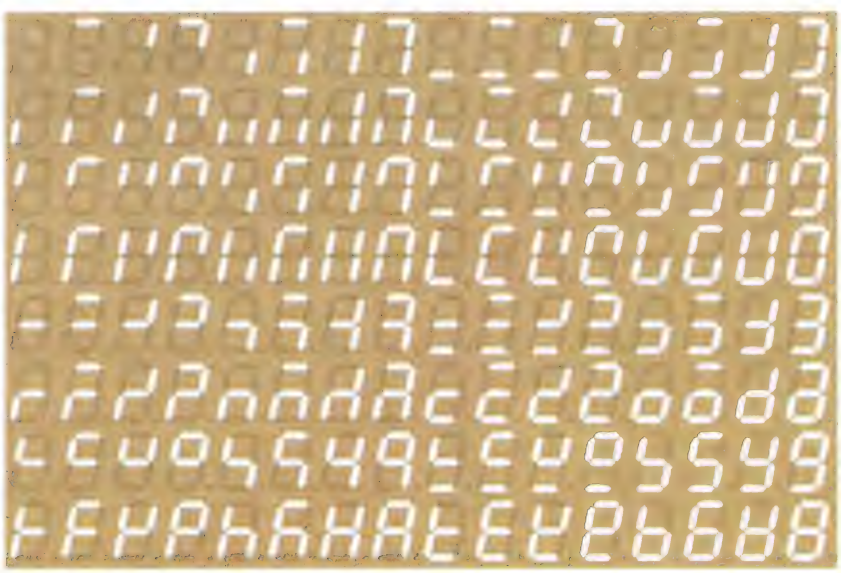


Рис. 2

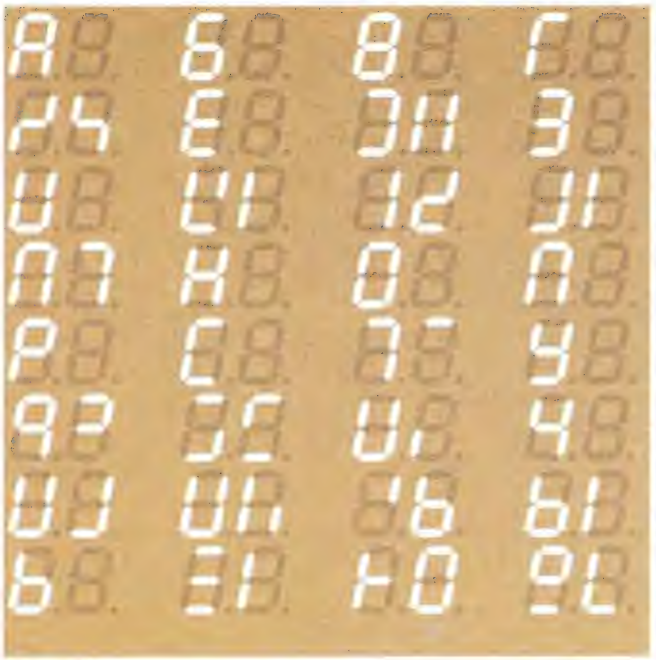


Рис. 3

Рис. 4

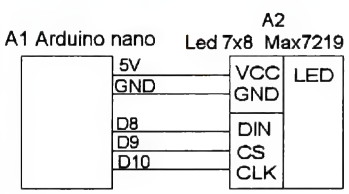


Рис. 5

нарисованы одним символом, пришлось рисовать двумя. По отдельности буквы воспринимались неплохо, но общий текст читался с трудом. Следующим шагом к повышению восприятия стали пробелы между буквами. В таком виде текст стал более читаемым. Затем было принято решение все буквы русского алфавита нарисовать с помощью

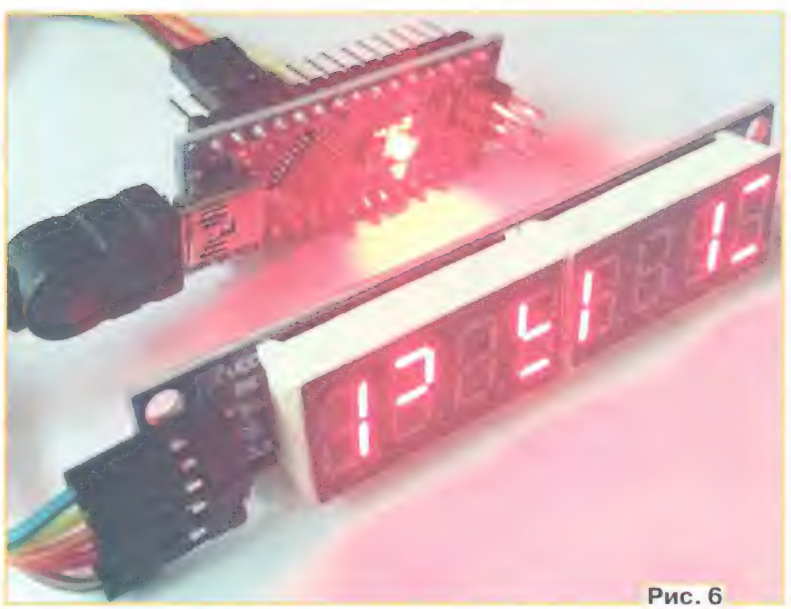


Рис. 6

индикатора. Пришлось провести несколько экспериментов, пока был достигнут приемлемый результат. Некоторые русские буквы отобразить на семисегментнике просто нереально. Поэтому те буквы, которые не могли быть двух символов. Бегущую строку в таком варианте смогли прочитать и другие люди. Конечно, на 14- или 16-разрядном индикаторе всё выглядит красивее, но такой вариант тоже имеет право на существование. По крайней мере, я не встречал подобной реализации. Возможно, те или иные буквы нуждаются в визуальной корректировке. Это творческий процесс, и каждый может доработать буквы под себя.

В конечном итоге были оставлены оба варианта русскоязычного шрифта — с буквами переменной ширины и моноширинные (**рис. 3**, **рис. 4**). Необходимость применения русского шрифта в практике радиолюбителя очевидна. Это — меню на родном языке, дни недели и месяцы в календаре и многое другое. При этом сообщения, не помещающиеся на индикаторе, нужно выводить бегущей строкой.

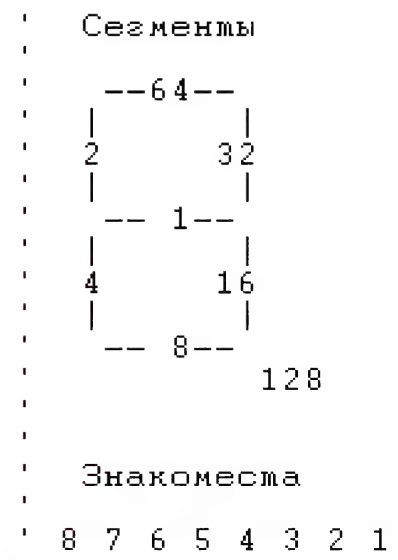


Рис. 7

```
Srift_:
    Data 119 , 0      '   192 - А - 0
    Data 95 , 0       '   193 - Б - 1
    Data 127 , 0      '   194 - В - 2
    Data 70 , 0       '   195 - Г - 3
    Data 37 , 19      '   196 - Д - 4
    Data 79 , 0       '   197 - Е - 5
    Data 120 , 54     '   198 - Ж - 6
    Data 121 , 0      '   199 - З - 7
    Data 62 , 0       '   200 - И - 8
    Data 46 , 6       '   201 - Й - 9
    Data 48 , 45      '   202 - К - 10
    Data 56 , 6       '   203 - Л - 11
    Data 118 , 112    '   204 - М - 12
    Data 55 , 0       '   205 - Н - 13
    Data 126 , 0      '   206 - О - 14
    Data 118 , 0      '   207 - П - 15
    Data 103 , 0      '   208 - Р - 16
    Data 78 , 0       '   209 - С - 17
    Data 112 , 64     '   210 - Т - 18
    Data 59 , 0       '   211 - У - 19
    Data 115 , 97     '   212 - Ф - 20
    Data 88 , 74      '   213 - Х - 21
    Data 62 , 4       '   214 - Ц - 22
    Data 51 , 0       '   215 - Ч - 23
    Data 62 , 56      '   216 - Ш - 24
    Data 62 , 22      '   217 - Щ - 25
    Data 32 , 31      '   218 - Ъ - 26
    Data 31 , 6       '   219 - Ы - 27
    Data 31 , 0       '   220 - Ь - 28
    Data 73 , 6       '   221 - Э - 29
    Data 7 , 126      '   222 - Ю - 30
    Data 75 , 14      '   223 - Я - 31
    Data 0 , 0        '   ПРОБЕЛ  - 32
```

Рис. 8

```
Srift_mono:
    Data 48 , 113     '   192 - А - 0
    Data 48 , 89      '   193 - Б - 1
    Data 48 , 121     '   194 - В - 2
    Data 48 , 96      '   195 - Г - 3
    Data 37 , 19      '   196 - Д - 4
    Data 48 , 73      '   197 - Е - 5
    Data 120 , 54     '   198 - Ж - 6
    Data 105 , 4      '   199 - З - 7
    Data 14 , 6       '   200 - И - 8
    Data 46 , 6       '   201 - Й - 9
    Data 48 , 45      '   202 - К - 10
    Data 56 , 6       '   203 - Л - 11
    Data 118 , 112    '   204 - М - 12
    Data 7 , 6        '   205 - Н - 13
    Data 78 , 6       '   206 - О - 14
    Data 48 , 112     '   207 - П - 15
    Data 48 , 97      '   208 - Р - 16
    Data 48 , 72      '   209 - С - 17
    Data 112 , 64     '   210 - Т - 18
    Data 11 , 6       '   211 - У - 19
    Data 115 , 97     '   212 - Ф - 20
    Data 88 , 74      '   213 - Х - 21
    Data 14 , 22      '   214 - Ц - 22
    Data 3 , 6        '   215 - Ч - 23
    Data 62 , 56      '   216 - Ш - 24
    Data 62 , 22      '   217 - Щ - 25
    Data 112 , 25     '   218 - Ъ - 26
    Data 15 , 52      '   219 - Ы - 27
    Data 48 , 25      '   220 - Ь - 28
    Data 73 , 6       '   221 - Э - 29
    Data 7 , 126      '   222 - Ю - 30
    Data 75 , 14      '   223 - Я - 31
    Data 0 , 0        '   ПРОБЕЛ  - 32
```

Рис. 9

Рис. 10

На практике проводилось макетирование с помощью модуля Arduino nano и восьмиразрядного семисегментного светодиодного индикатора с микросхемой управления MAX7219 (**рис. 5**, **рис. 6**). Интересно, что когда часть индикатора была закрыта, текст (бегущая строка) тоже можно было прочитать, хотя и с меньшим удобством.

Программа бегущей строки написана на Bascom AVR. В начале программы настраивается микроконтроллер с периферией, инициализируются переменные. Затем происходит предварительная настройка модуля индикации (**Disp_setup**) и его очистка от возможного "мусора" при включении (**Disp_clear**). В основном цикле программы (Do — Loop) реализованы четыре режима отображения текста в виде бегущей строки. Текст хранится в переменной String_temp, например все буквы русского алфавита (АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ). Все символы этой переменной должны быть в верхнем регистре, т. е. прописными. В массивах закодированы 32 буквы, кроме Ё. В строке текста эту букву необходимо сразу заменить на Е. При желании это можно учесть в коде. Два режима выводят текст моноширинным шрифтом, а два — разной ширины. В свою очередь, тексты выводятся с пробелами между буквами или без них. Можно выбрать понравившийся вариант или сделать доступными все четыре режима. Это реализуется с помощью переменных **Probel** и **Shrift**. Затем происходят побуквенное прочтение текста и преобразование его в видеомассив (**Zagruzka_text**), который выводится по восемь символов на индикатор, начиная с первого (**For Tempw = 0 To Maxv ... Next Tempw**). В цикле наращивается переменная начала массива: таким образом, получается бегущая строка.

Вариантов реализации бегущей строки много. Можно не заполнять видеомассив, а на каждом шаге бегущей строки сразу формировать данные для всех разрядов. Код нетрудно переписать для Arduino (Arduino C) или другой язык. Практическую ценность для разработчика представляет только сам шрифт, потому что реализация конструкции у каждого будет своя. Для модуля на MAX7219 знакоместа и сегменты располагаются так, как показано на **рис. 7**. Массивы символов переменной ширины — на **рис. 8**, моноширинные — на **рис. 9**. Так выглядит любимое слово на **рис. 10**.

Используя два знакоместа, можно закодировать и другие недостающие символы. Например, английский алфавит и специальные символы или даже все 256 символов кодовой таблицы.

От редакции. *Исходный код в формате BASCOM AVR, скомпилированный файл для прошивки и видеоролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/alfavit.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Самодельные конденсаторы переменной ёмкости

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Конденсатор переменной ёмкости — один из основных элементов радиоустройств, приёмников и передатчиков. В предлагаемой статье автор описывает конструкции самодельных конденсаторов с воздушным и твёрдым диэлектриками.

Конденсатор переменной ёмкости (КПЕ) с воздушным диэлектриком (**рис. 1**) предназначен для гетеродинов радиоприёмных устройств. КПЕ и верньерное устройство удалось полностью объединить в одном каркасе 14, что позволяет свободно применять его в других конструкциях. Вал ротора 1 изготавливают из полого звена телескопической антенны. Такое решение вызвано необходимостью прогрева вала ротора при пайке пластин 29, изображённых на **рис. 2**. Указатель настройки состоит из крепежа указателя настройки 2 (доработанный подшипник скольжения от галетного переключателя), промежуточной металлической пластины 3, позволяющей корректировать её изгибом положение пластиковой стрелки 5 (пластик от футляра DVD) указателя настройки. Ведомое колесо 6 закрепляют на валу КПЕ доработанным подшипником скольжения 7 от галетного переключателя. Стальная упругая защёлка 8, которая изготовлена из разогнутой канцелярской скрепки, фиксирует вал в пазах каркаса КПЕ с помощью винтов-зацепов 9. Чертёж паза показан на **рис. 3**. Размеры защёлки в ненапряжённом состоянии приведены на **рис. 4**. В горизонтальной плоскости вал фиксируют стопорным элемен-

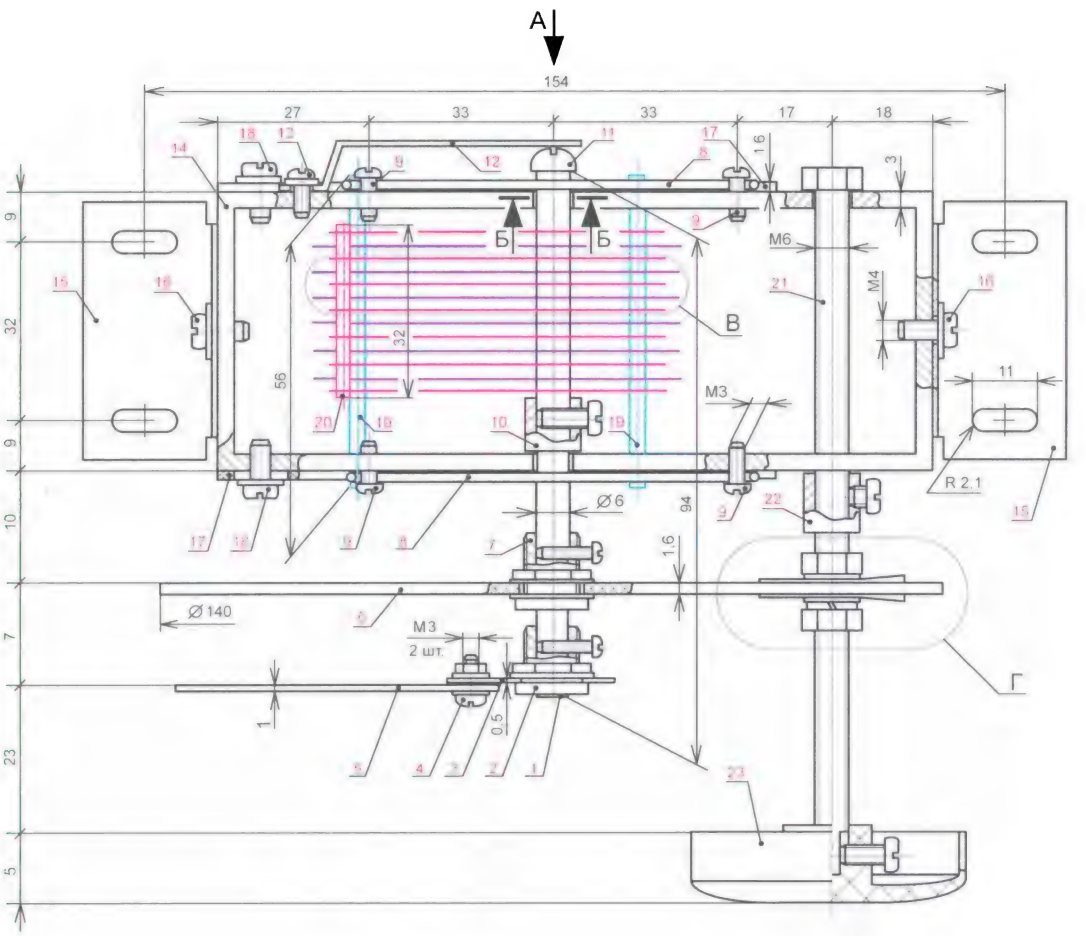
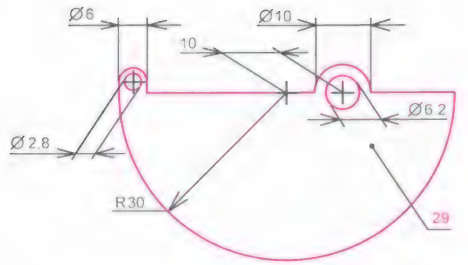


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



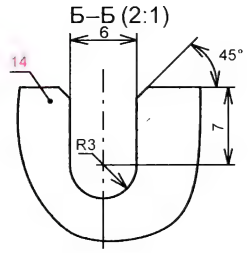


Рис. 3

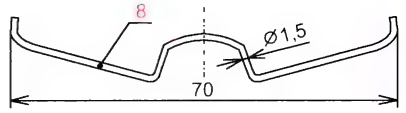


Рис. 4

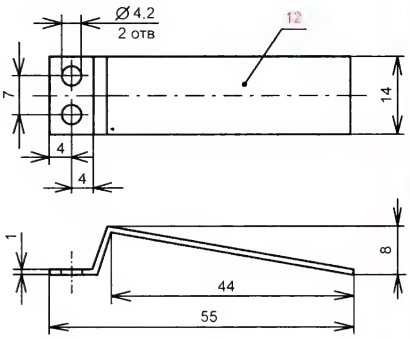


Рис. 5

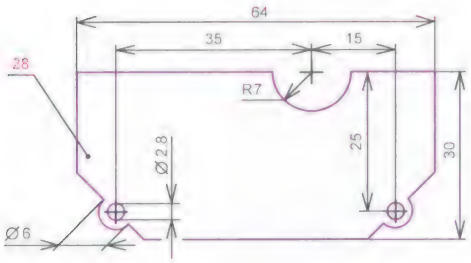


Рис. 2

упругий элемент прикрепляют к каркасу КПЕ 14 винтами 13. Уголки (мебельный крепёж) 15 необходимы для крепления каркаса КПЕ 14 к металлическому шасси радиоприёмного устройства (РПУ). Статор КПЕ прикрепляют к каркасу КПЕ через диэлектрические пластины 17 из стеклотек-

Вид В (4:1)

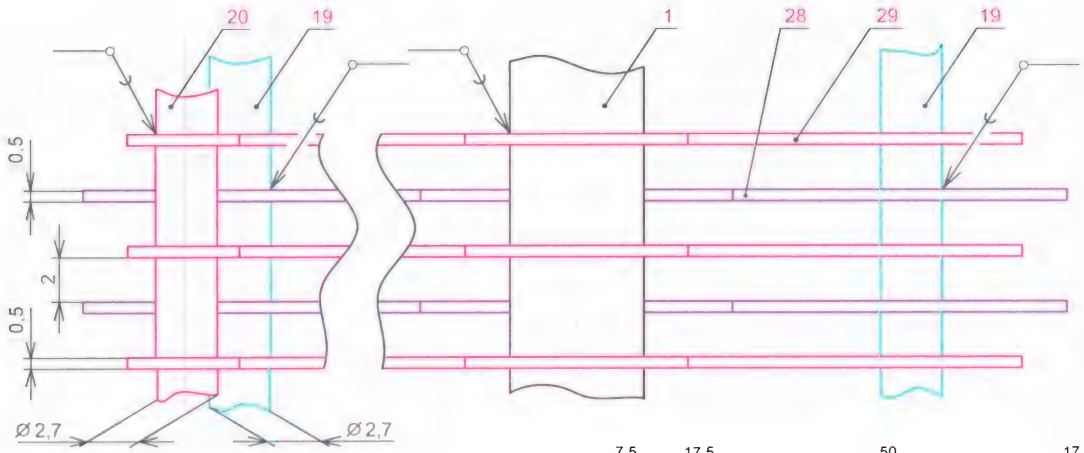


Рис. 6

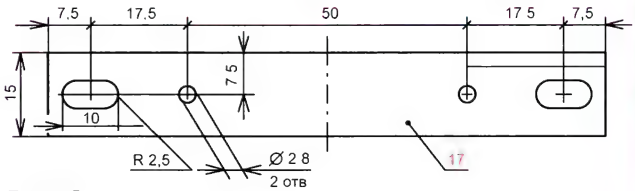


Рис. 8

Вид Г (2:1)

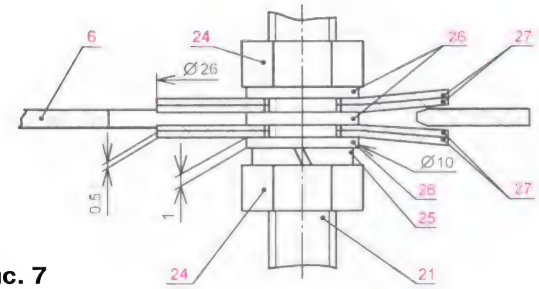


Рис. 7

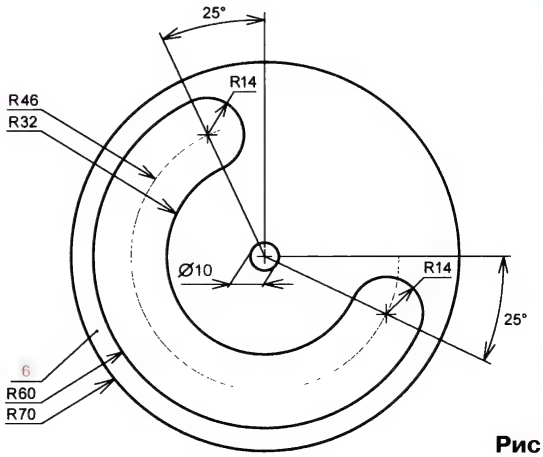


Рис. 9

том (деталь от разобранных движков переменных резисторов) 10 и прижимным упругим элементом (изготавливается из стальной бандажной ленты) 12 через промежуточный винт М5 (аналог стального шарика) 11, вставленный в полость вала. Размеры упругого элемента в ненапряжённом состоянии приведены на **рис. 5**. Прижимной столита и несущие медные стержни 19.

Расстояния между пластинами статора 28 и ротора 29 КПЕ (**рис. 6**) определяются толщиной прокладок из гофрирован-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

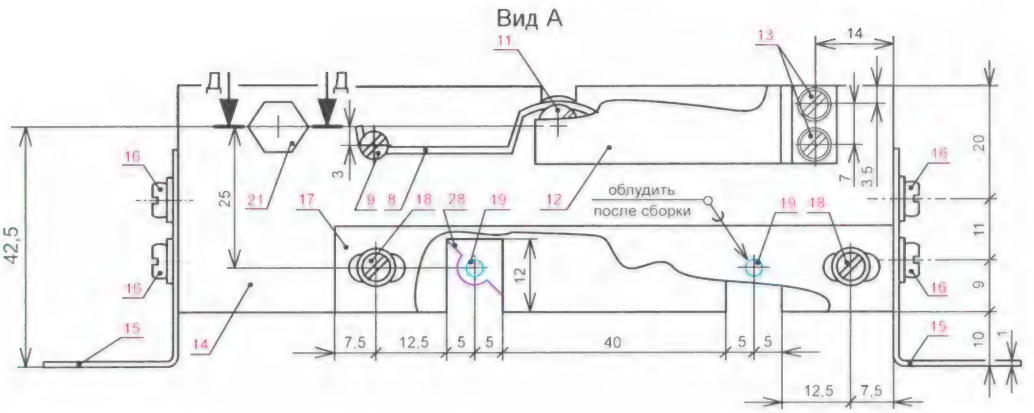


Рис. 10

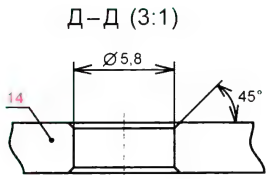


Рис. 11

ного картона (из-за малой теплоёмкости этого материала), помещаемых между ними при сборке. Отдельные чертежи пластин статора и ротора показаны на рис. 2.

Пайку пластин статора и ротора производят в следующей последовательности:

1. В диэлектрические пластины 17 вставляют несущие стержни 19 с надетыми на них латунными пластинами статора 28.

2. Диэлектрические пластины 17 прикрепляют к каркасу КПЕ 14 винтами 18. Несущие стержни должны быть параллельны боковым стенкам каркаса и, одновременно, перпендикулярны фронтальным стенкам каркаса.

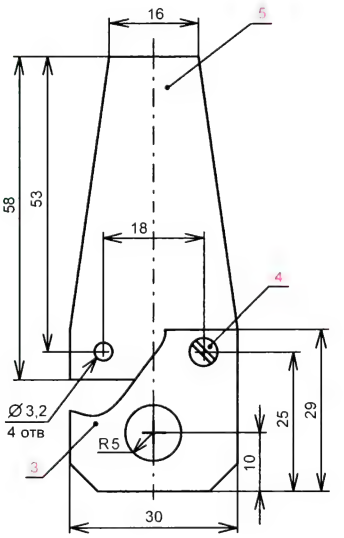


Рис. 12

3. На вал 1 надевают латунные пластины ротора 29 с вставленным в них стержнем жёсткости 20.

4. Вал со стопорным элементом 10, винтом 11 и прижимными деталями 8 и 12 устанавливают в пазы каркаса КПЕ. При установке вала между соседними пластинами ротора должна размещаться только одна пластина статора.

5. Помещают картонные прокладки между каждой пластиной и до заполнения между крайними пластинами и противоположными стенками каркаса КПЕ.

6. Производят пайку паяльником мощностью не менее 100 Вт.

В качестве вала применён винт 21, фиксируемый между стенками каркаса КПЕ 14 стопорным элементом 22. Доработанная деталь от колёсной опоры для кресел (офисная мебель) 23 применена как ручка настройки. Ведущее колесо (**рис. 7**) состоит из самодельных стеклотекстолитовых шайб 27, попарно сжимаемых между металлическими шайбами 26 и гроверной шайбой 25 гайками 24. Изменением места зажима гаек 24 точно устанавливают ведущее колесо в одной плоскости с ведомым колесом.

Рис. 13

Рис. 14

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

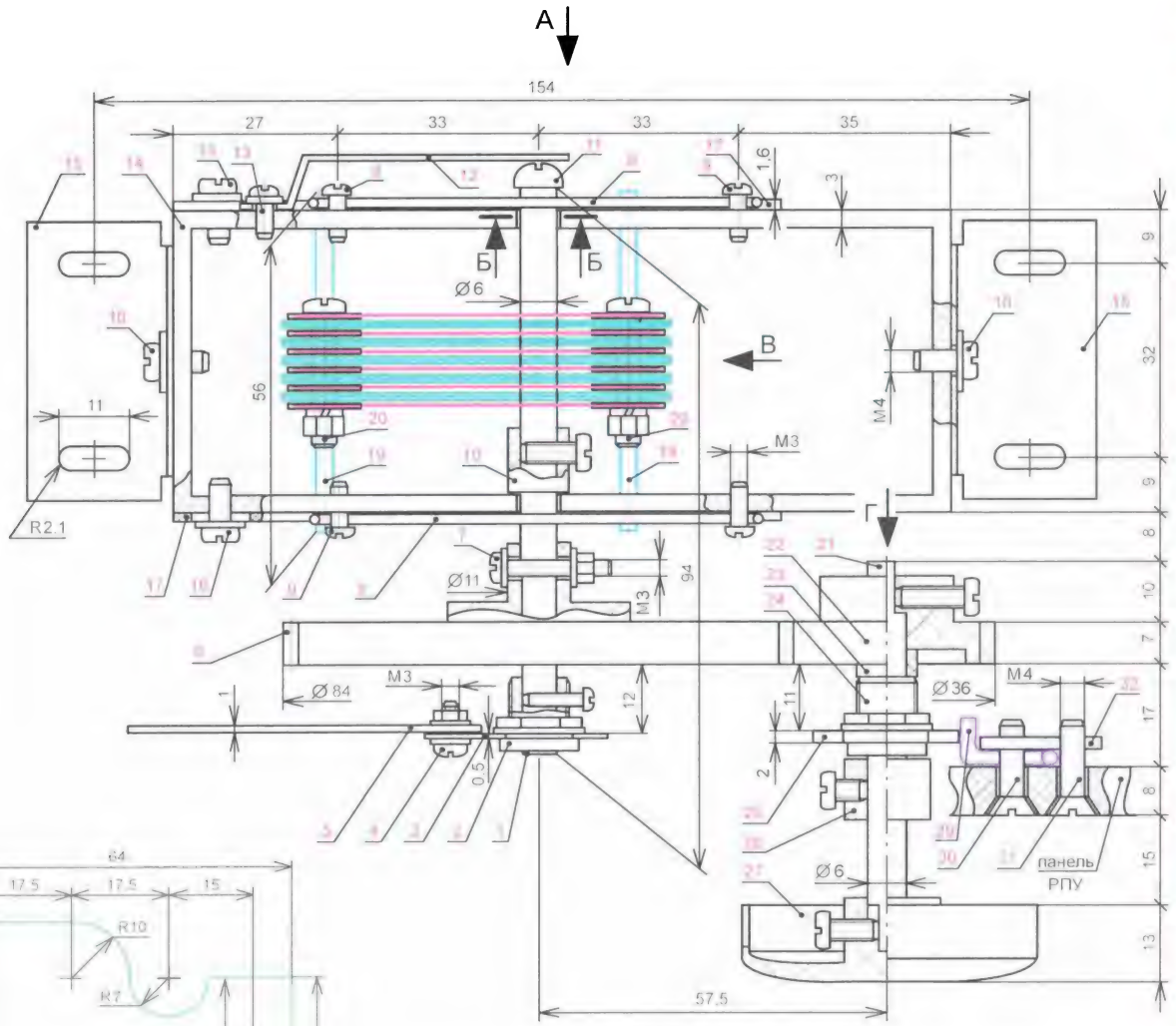


Рис. 15

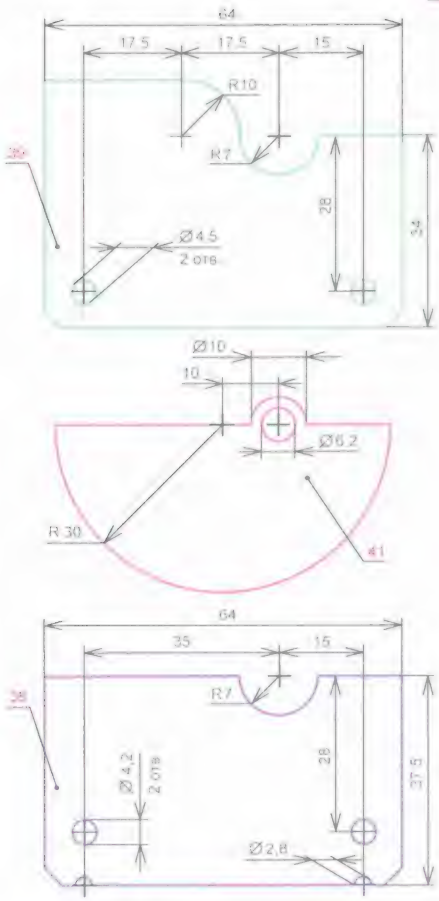


Рис. 16

Максимальная ёмкость КПЕ — около 120 пФ.

На **рис. 8** и **рис. 9** приведены чертежи отдельных деталей, а чертежи на **рис. 10—рис. 12** дополнительно поясняют устройство КПЕ. Внешний вид собранного конденсатора показан на **рис. 13**, **рис. 14**.

КПЕ с твёрдым диэлектриком (**рис. 15**) необходим для получения большей электрической ёмкости и, соответственно, большего коэффициента перекрытия принимаемого диапазона радиочастот ($K_п$ > 2). КПЕ изготовлен отдельным блоком, что позволяет свободно применять его в других конструкциях. Малая толщина шасси и, соответственно, низкая его жёсткость потребовали установки части верньерного устройства на прочную переднюю панель РПУ.

Вал ротора 1 изготавливают также из полого звена телескопической антенны. Такое решение вызвано необходимостью прогрева вала ротора при пайке пластин 41, изображённых на **рис. 16**. Указатель настройки состоит из крепежа указателя настройки 2 (доработанный подшипник скольжения от галетного переключателя), промежуточной металлической пластины 3, позволяющей корректировать её изгибом положение пластиковой стрелки 5 (пластик от футляра DVD) указателя настройки. Ведомое зубчатое колесо 6 крепится на вал КПЕ винтовым соединением 7. Стальная упругая защёлка 8 также изготовлена из разогнутой канцелярской скрепки. Она фиксирует вал в пазах каркаса КПЕ с помощью винтов-зацепов 9. Чертёж паза показан на рис. 3. Размеры упругих элементов в ненапряжённом состоянии приведены на рис. 4. В горизонтальной плоскости вал фиксируется стопорным элементом (деталь от разобранных движков переменных резисторов) 10 и прижимным упругим элементом (изготавливается из стальной бандажной ленты) 12 через промежуточный винт М5 11, вставленный в полость вала. Размеры упругого элемента в ненапря-

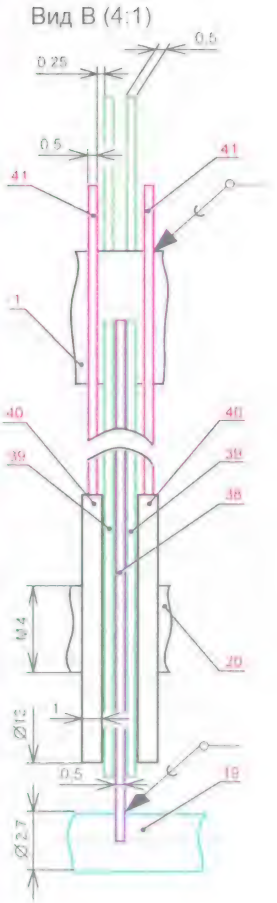


Рис. 17

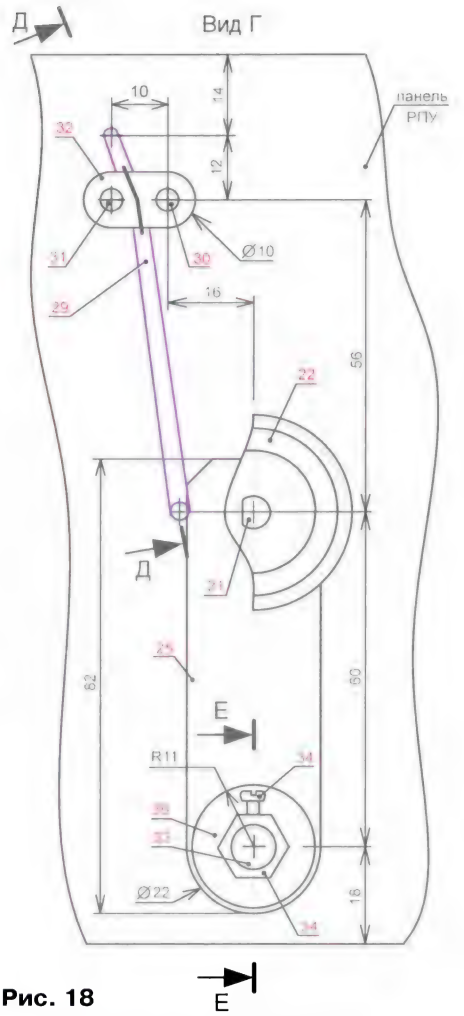


Рис. 18

приведены расстояния между деталями в стянутом статоре винтами 20 и припаянными к валу пластинами ротора 41. Вплотную к латунной пластине статора 38 прикрепляют диэлектрические пластины 39 из стеклотекстолита. Эти группы пластин стягивают через шайбы 40, чем обеспечивается зазор 0,25 мм между диэлектрическими пластинами статора и латунными пластинами 41 ротора. На рис. 16 приведены чертежи отдельно каждой детали. После стяжки статора пластины 38 припаивают к несущим медным стержням 19.

Пайку пластин ротора производят в следующей последовательности:

1. Собранный статор устанавливают в каркас КПЕ так, чтобы несущие стержни были параллельны боковым стенкам каркаса и, одновременно, перпендикулярны фронтальным.

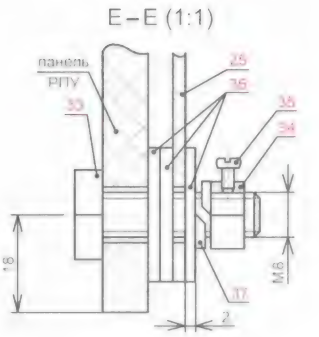


Рис. 20

жённом состоянии приведены на рис. 5. Прижимной упругий элемент крепится к каркасу КПЕ 14 винтами 13.

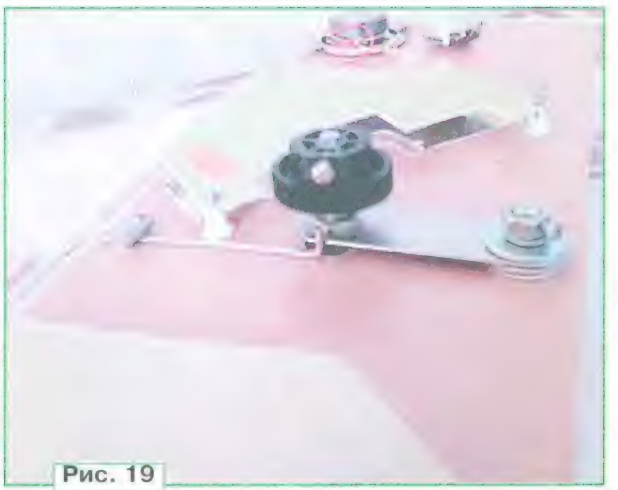


Рис. 19

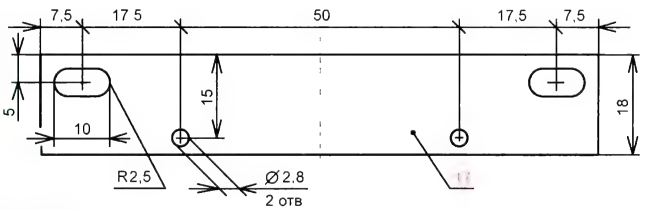


Рис. 21

Уголки 15 необходимы для крепления каркаса КПЕ к металлическому шасси РПУ. Статор КПЕ крепится к каркасу КПЕ через диэлектрические пластины 17, изготовленные из стеклотекстолита, и несущие медные стержни 19.

Прямое копирование КПЕ с твёрдым диэлектриком заводского изготовления в любительских условиях практически невозможно. Во-первых, изготовить в любительских условиях идеально плоские пластины невозможно. Во-вторых, латунь и стеклотекстолит не обеспечивают приемлемый коэффициент трения скольжения. В лучшем случае ротор КПЕ будет трудно проворачивать. Поэтому необходим другой способ конструкции КПЕ. На **рис. 17**

2. Латунные пластины ротора 41 через бумажные прокладки толщиной 0,1...0,15 мм помещают между диэлектрическими пластинами 39, разделёнными шайбами 40.

3. В отверстия латунных пластин 41 вставляют вал 1. Вал со стопорным элементом 10, винтом 11 и прижимными деталями 8 и 12 устанавливают в пазы каркаса КПЕ.

4. Пайку производят паяльником с минимальной мощностью 100 Вт.

Необходимость применения в верньерном механизме прижимной системы вызвана невозможностью в любительских условиях

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

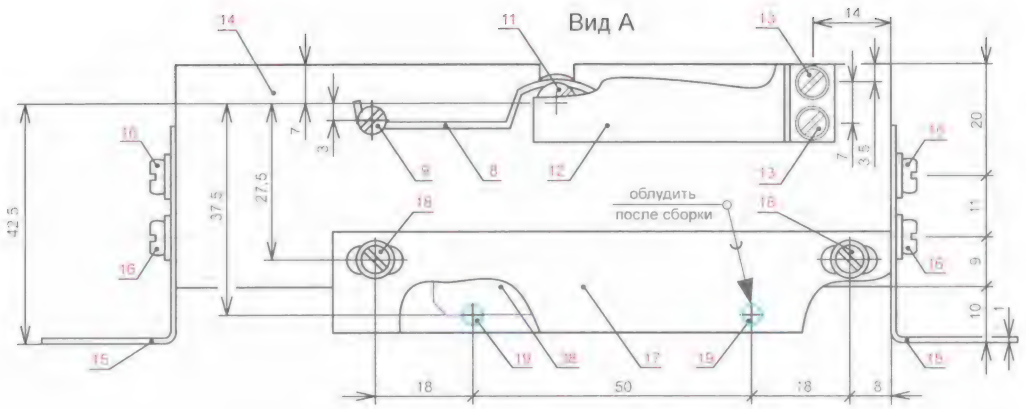


Рис. 22

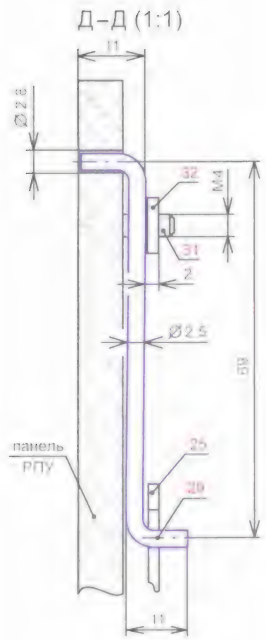


Рис. 23

совмещения оси вращения вала и ведущей шестерни. Без этого совмещения в одном месте шестерня всегда поворачивается туго, а через пол-оборота кое-как цепляется зубьями за зубчатое колесо.

На **рис. 18** показан чертёж прижимной системы для ведущей шестерни (сложная деталь из факсимильного аппарата, доработанная спиливанием ненужных шестерней) 22, установленной на валу 21. Вал 21 вращается в подшипнике скольжения (одноимённая деталь из галетного переключателя) 24 (см. рис. 15), закреплённом на верхнем конце качающейся пластины 25. Втулка 23 и стопорный элемент (деталь от разобранных движков переменных резисторов) 26 препятствуют поступательному движению вала 21 вдоль оси вращения подшипника скольжения 24. Доработанная деталь от колёсной опоры кресел 27 применена как ручка настройки. Упругий элемент 29 необходим для прижатия с постоянной силой шестерни к зубчатому колесу (стальной стержень от УКВ-антенны с магнитным основанием). Сила давления упругого элемента 29 на качающуюся пластину 25 — приблизительно 10 Н (около 1 кгс). Винтами 30, 31 и пластиной 32 прикрепляют упругий элемент 29 к передней панели РПУ.

Вид на прижимной узел приведён на **рис. 19**.

На **рис. 20** показан чертёж крепления качающейся пластины 25 к передней панели РПУ соединением с помощью болта 33, шайб 36 и доработанной до стопорного элемента гайки 34. Наполовину сжатая гроверная шайба 37 позволяет поворачиваться качающейся пластине 25 вокруг оси болта 33.

В полностью собранной прижимной системе при вращении ведущей шестерни заметно отклонение качающейся пластины на 1...1,5 мм. Люфт у моей зубчатой передачи незаметен.

Максимальная ёмкость КПЕ — около 450 пФ.

На **рис. 21** приведён чертёж детали 17, а чертежи на **рис. 22**, **рис. 23** дополнительно поясняют устройство КПЕ. Внешний вид

Рис. 24

Рис. 25

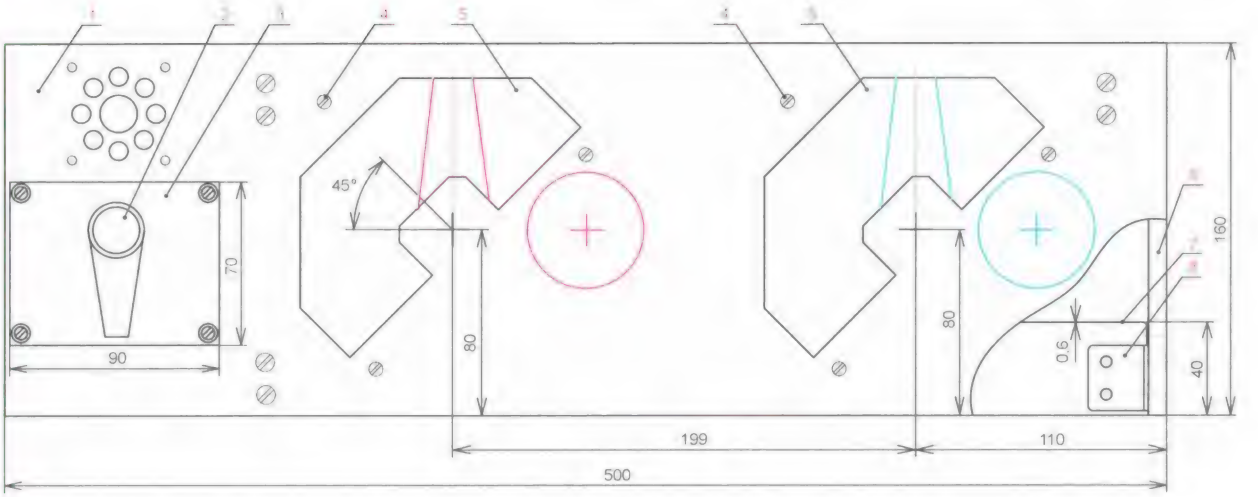


Рис. 26

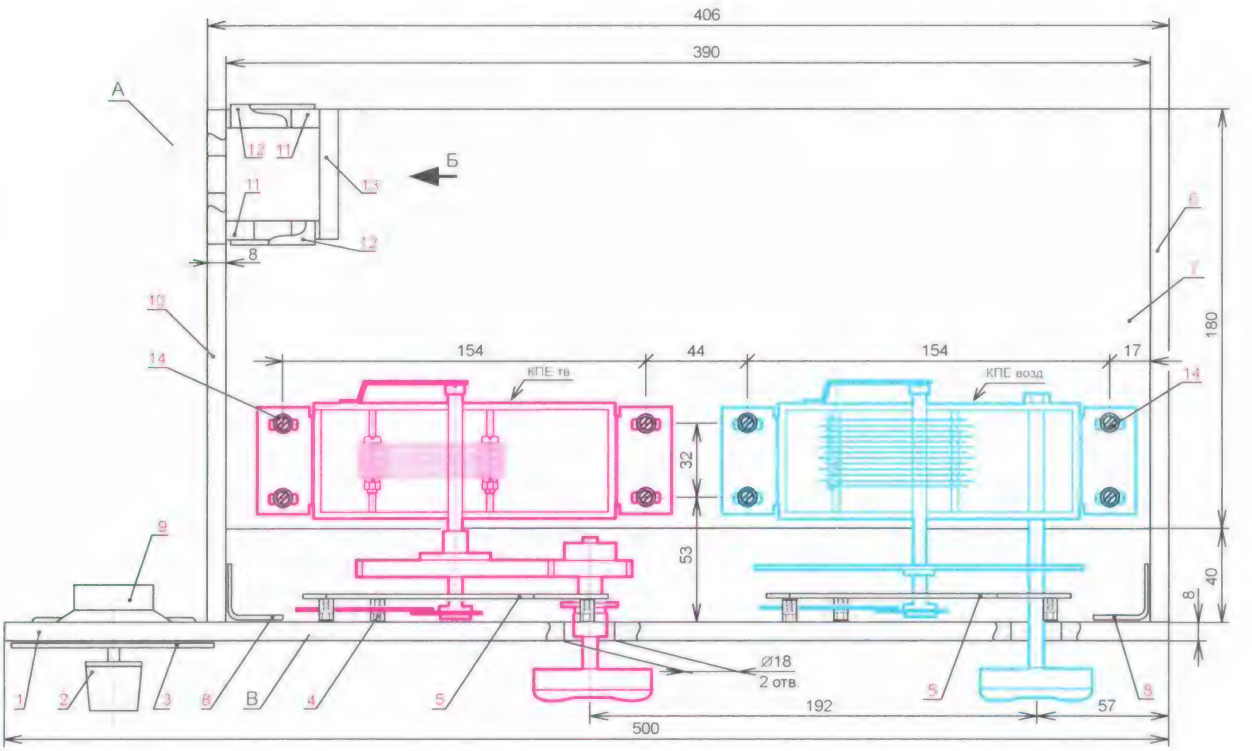


Рис. 27

собранного конденсатора показан на **рис. 24**, **рис. 25**.

Базовая механическая часть (БМЧ) РПУ, в первую очередь, предназначена для испытания в работе варианта безлюфтовой зубчатой передачи (верньера) на пластмассовых мелкомодульных (m < 0,5) зубчатых колёсах от принтеров и факсимильных аппаратов и для испытания в работе самодельного КПЕ с твёрдым диэлектриком. В БМЧ РПУ в одном корпусе объединены средства настройки внешней магнитной антенны, входного контура будущего РПУ, его ГПД, а также источник электропитания в отсеке для крепления Li-ion аккумуляторной батареи. Конструкция подходит для монтажа любых подходящих по размеру полупроводниковых радиоприёмников, описания которых опубликованы в журнале "Радио". Конструкция может применяться и как набор технических решений при конструировании радиоэлектронной аппаратуры.

Чертежи БМЧ РПУ приведены на **рис. 26**, **рис. 27**. Конструкция корпуса устройства аналогична конструкции "КВ-радиоприёмника" ("Радио", 2022, № 9, с. 25—30; № 10, с. 20—23), поэтому многие детали и размеры не указаны. И главная причина отсутствия размеров — невозможность найти точно такие же

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

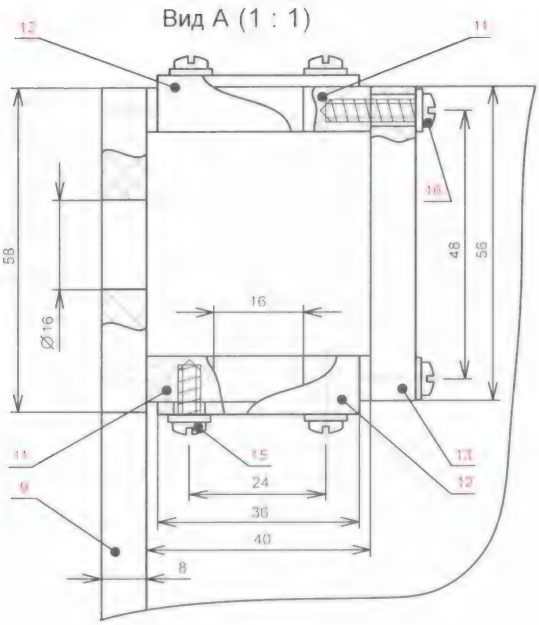


Рис. 28

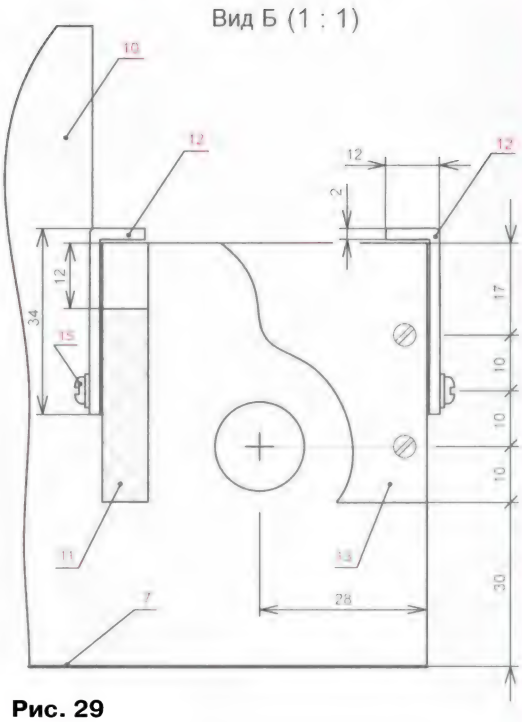


Рис. 29

Рис. 30

детали. Передняя панель РПУ и боковые стенки с отсеком под

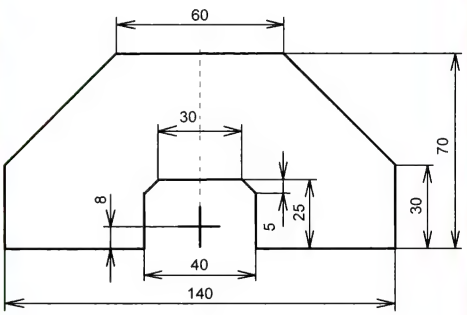


Рис. 33

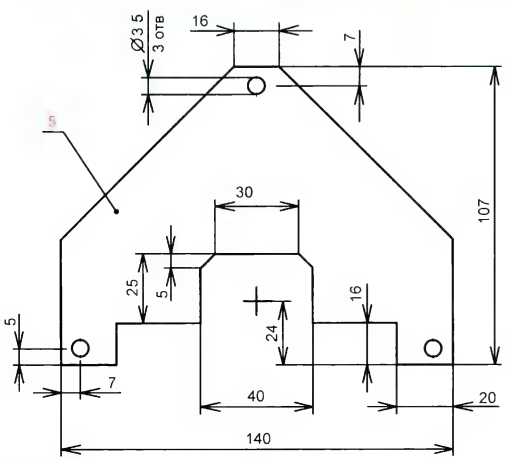


Рис. 31

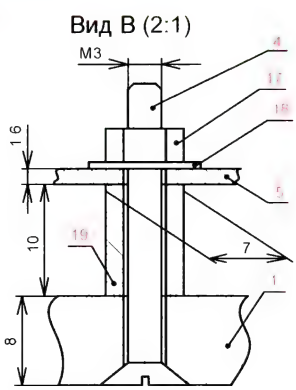


Рис. 32

аккумуляторную батарею 1, 10, 6, 11 и 13 изготовлены из ламината для настилки полов. Средства настройки внешней магнитной антенны — переменный резистор СП-1 сопротивлением 4,7 кОм, включая ручку настройки с прозрачным пластмассовым указателем 2, и шкальная панель 3. Чертежи аккумуляторного отсека показаны на **рис. 28**, **рис. 29**. Отверстие в боковой стенке 10 предназначено для подключения зарядного устройства к размещённой в отсеке аккумуляторной батарее. Её в аккумуляторном отсеке фиксируют упругими элементами 12. Эти детали выпиливают из пластмассового кабельного канала соответствующей толщины. Для шас-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2025

Рис. 34

Рис. 35

Рис.36

си 7 применена крышка от системного блока компьютера.

Внешний вид аккумуляторного отсека показан на **рис. 30**.

Разметку отверстий для ручек настройки и окон для шкальных панелей 5 производят только после сборки и установки на шасси собранных верньерных устройств и всех КПЕ. На **рис. 31** приведён чертёж шкальных панелей 5. Все шкалы размечают на бумаге и затем наклеивают на шкальные панели. Разметку отверстий под винты 4 для шкалы настройки на передней панели РПУ 1 производят обводкой карандашом отверстий изготовленной шкальной панели 5. На **рис. 32** показан чертёж крепления шкальной панели 5 к передней панели РПУ 1. Для изготовления втулок 19 лучше применять канцелярские авторучки. Разметку окон под шкалы настройки на передней панели РПУ производят обводкой карандашом шаблона, чертёж которого приведён на **рис. 33**. Наклонное положение шкал выбрано по аналогии с радиоприёмником ПР-4П. Шаблон выкраивают из плотного картона. Такой вариант разметки также позволяет легко корректировать положение окон.

Внешний вид БМЧ показан на **рис. 34—рис. 36**.

Ремонт шарнира панели дисплея ноутбука Asus Eee PC4G

И. АНДРИАНОВ, г. Измаил, Одесская обл., Украина

Этот небольшой ноутбук "живёт" и работает у меня с далёкого 2008 г. В 2023 г. я поделился с читателями журнала рассказом о ремонте его блока питания [1]. И вот на днях у "старичка" случилась новая неисправность — поломался левый (если смотреть на экран) шарнир "панели дисплея", так этот узел именуется в руководстве пользователя [2].

Для того чтобы добраться до шарнира, пришлось открывать корпус.

Рис. 1

На первый взгляд, это показалось делом нетрудным, надо вывинтить шесть винтов М2×4 с крестообразными шлицами и аккуратно отогнуть пластмассовые язычки на половинках корпуса. Но, увы, тут оказались некие "подводные камни". Замечу, что ни внутри отсека оперативной памяти, ни под наклейками, которые видны на фотографии нижней крышки (**рис. 1**), никаких дополнительных винтов не оказалось. В результате удалось отделить

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

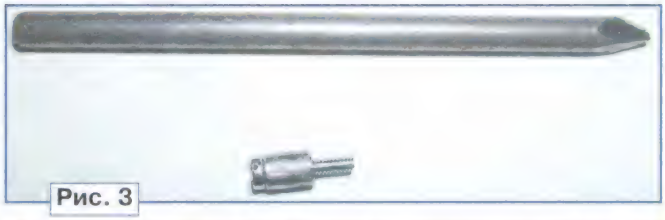


Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

лишь крышку клавиатуры, и то частично, полностью снять её мешала прикреплённая к материнской плате коротким кабелем сенсорная панель. Тем не менее, доступ к шарнирам был открыт.

Выяснилось, что причиной неисправности стала поломка донной части гнезда для крепёжного винта, проходящего к шарниру через нижнюю крышку, которую так и не получилось отделить. От донышка этого гнезда откололась примерно половина (**рис. 2**), в результате штырь стал входить в отверстие и поворачиваться во время открытия панели дисплея, что привело к деформации прилегающей части корпуса. Откололвшийся кусок был найден. Однако, как показывает опыт, пытаться склеить деталь из пластмассы неизвестного состава имеющимся под рукой клеем — пустая трата сил и времени. Изучив форму гнезда для винта, я обнаружил, что она имеет небольшую конусность (от 4,2 мм при входе до менее 4 мм в конце).

Решить проблему могла бы металлическая втулка диаметром 4 мм и длиной 6 мм. Однако её под рукой не оказалось, поэтому было решено сделать её своими силами. В качестве заготовки был использован гвоздь диаметром 4 мм, в котором было осторожно просверлено отверстие диаметром 2 мм на глубину 8 мм и отрезан фрагмент соответствующей длины. Однако с такой втулкой "родной" винт стал бесполезным. Поэтому подобрал в своих запасах винт М2×10 (**рис. 3**), насадил на него сделанную втулку и, собрав ноутбук, ввинтил эту "конструкцию" на место. Втулка хорошо вписалась в гнездо (**рис. 4**) и теперь вместе с более длинным винтом надёжно держит шарнир. Ноутбук (**рис. 5**) снова стал пригодным для использования.

Возможно, эта информация пригодится обладателям малогабаритных ноутбуков и других марок.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андрианов И.** Ремонт блока питания ноутбука Asus Eee PC4G. — Радио, 2023, № 9, с. 40.

2. Руководство пользователя Asus Eee PC4G (701). — URL: **https://clck.ru/3M8DYD** (17.05.24).

"Ремонт" аккумуляторной батареи гайковёрта

С. БИРЮКОВ, г. Москва

В интернет-магазине был приобретён ударный гайковёрт [1], существенно облегчающий "переобувание" автомобиля. Надпись на нём гласила Makit drill, именно так, оригинальным шрифтом корпорации Макита. Аппарат мощный, после отворачивания и заворачивания гайки

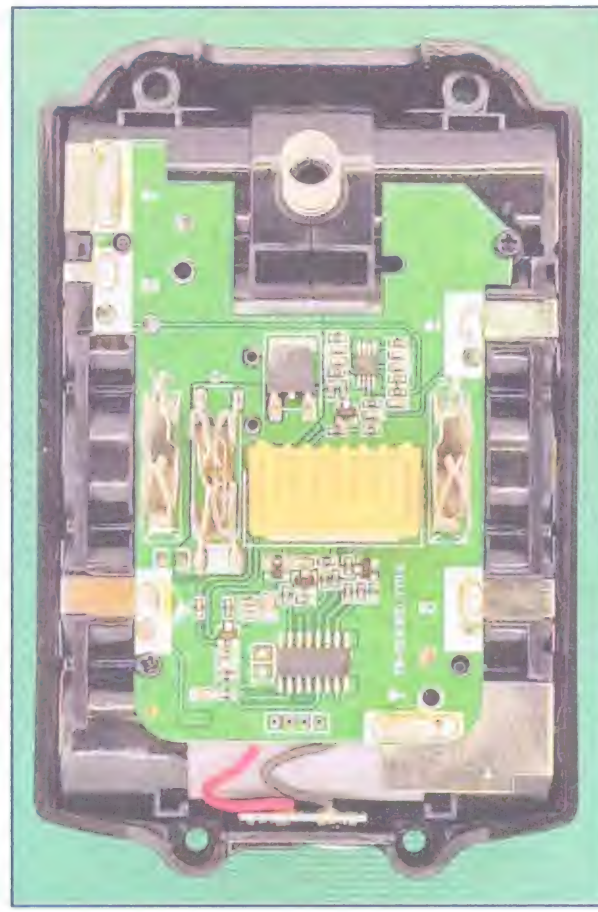
на колесе довернуть её ключом не удалось.

Расстроили, однако, аккумуляторные батареи из его комплекта — они пришли почти полностью разряженными и заряжались только до 18,6 В вместо 21 В, после чего отключались от зарядного устройства. После нажатия на кнопку на батарее включались только три светодиода из четырёх, индицирующих уровень заряда, причём третий светодиод светил слабее остальных. При разрядке с помощью универсального эквивалента нагрузки [2, 3] током 1 А батарея ровно через час отключилась от нагрузки, т. е. её полезная ёмкость оказалась равной 1 А•ч. Продавец для изучения дефекта предложил выслать батарею за счёт покупателя, однако стоимость пересылки была близка к стоимости всей покупки.

Вскрытие корпуса аккумуляторной батареи, для которого потребовалось приобрести длинную тонкую звёздчатую насадку T10 с шестью "лучами", показало, что всё в ней выглядит вполне "солидно" (**фото**). Возникло подозрение, что в защитной плате батареи есть какая-то неисправность, но без схемы и при отсутствии маркировки на микросхемах сделать выводы о характере неисправности было нельзя. Очень похожие платы можно приобрести в интернет-магазинах, но точно таких же не нашлось. Конечно, многие подошли бы для зарядки батареи из десяти аккумуляторов, в которых по два соединённых параллельно аккумулятора соединены последовательно, но было непонятно, станут ли эти платы точно на отведённое для них место.

Автор решил измерить напряжение на каждой паре аккумуляторов свежезаряженной до 18,6 В батареи, и оказалось, что на одной паре напряжение соответствует максимально допустимому — 4,2 В, а на остальных — 3,6 В. Это означает, что, скорее всего, при сборке одна из пар аккумуляторов была заряжена больше остальных и теперь, при зарядке, она заряжалась до предельного напряжения значительно быстрее других. Защитная плата, контролирующая не суммарное напряжение, а на каждой паре аккумуляторов отдельно, отключала батарею от зарядного устройства.

При разрядке батареи напряжение на недозаряженных аккумуляторах быстро доходило до нижнего порога (порядка 3 В), и



защитная плата отключала батарею от нагрузки.

В более серьёзных батареях или зарядных устройствах есть цепи выравнивания напряжения на аккумуляторах батареи — балансиры. Наиболее распространены пассивные балансиры, визуально обнаруживаемые на платах по относительно мощным резисторам, не менее числа последовательных групп аккумуляторов. В батареях гайковёрта их не было.

С помощью того же эквивалента [2, 3] пара максимально заряженных аккумуляторов была разряжена до напряжения остальных пар током 4 А, при этом для исключения случайной переразрядки аккумуляторов использовалось также разрядное устройство [4], ограничивающее напряжение разрядки.

После такого "ремонта" была проведена полная зарядка зарядным устройством из комплекта гайковёрта и разрядка эквивалентом [2, 3] током 2 А. Разрядка продолжалась 1 ч 45 мин, что соответствует ёмкости 3,5 А•ч, это очень прилично для батареи, на которой написано 4.0 Ah.

Во второй батарее комплекта с более высоким напряжением была другая пара аккумуляторов, а остальные пары имели разброс по напряжению от 3,6 до 3,8 В. Они были разряжены аналогичным способом до напряжения пары с минимальным зарядом с разбросом не более 10 мВ, в результате батарея стала заряжаться и разряжаться аналогично первой.

При работе с раскрытой батарей следует быть очень осторожным, чтобы не допустить замыкания выводов аккумуляторов, поскольку токи короткого замыкания Li-Ion аккумуляторов очень большие.

Для отслеживания степени разрядки батареи в целом очень удобно зарядное устройство из комплекта гайковёрта, поскольку оно индицирует не только процент зарядки, но и напряжение на батарее. К сожалению, контрастность ЖКИ устройства очень слабая.

ЛИТЕРАТУРА

1. MAKITA DRILL. Бесщёточный аккумуляторный ударный гайковёрт. — URL: **https://sl.aliexpress.ru/p?key=fnEK3Qc** (05.06.25).

2. **Бирюков С.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2022, № 4, с. 12—15.

3. **Бирюков С.** Усовершенствование эквивалента нагрузки. — Радио, 2022, № 6, с. 31, 32.

4. **Бирюков С.** Разрядное устройство — приставка к эквиваленту нагрузки. — Радио, 2024, № 4, с. 25—27.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Ваш успех в электронике начинается с правильных компонентов!

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

* * *

Дистанционные курсы обучения программированию микроконтроллеров STM32, AVR, Arduino, PIC и др.

Занятия проводятся по электронной почте или on-line с помощью программ с трансляцией экрана.

Обучение может быть направлено на решение стоящей перед вами задачи.

www.electroniclab.ru/courses.htm

т. +7-912-619-5167

Нижний Новгород — колыбель советской радиоламповой промышленности

В. ТЮРИН, г. Москва

Музей Нижегородской радиолаборатории.

Необходимо отметить, что имя Михаила Александровича Бонч-Бруевича, по моему мнению, достаточно продолжительное время было в закрытом доступе. Так, обучаясь ещё в 70-е годы в Институте связи по специальности "Радиосвязь и радиовещание", даже на профильных предметах не помню, чтобы упоминалось имя Михаила Александровича. Впервые подробно узнал о деятельности инженера, гениального учёного и изобретателя Михаила Александровича Бонч-Бруевича только в конце 80-х годов прошлого столетия из статьи В. Ю. Рогинского в брошюре "Радиоэлектроника и связь" № 3 за 1988 г. (Венскаускас К. К. "Радиопомехи и борьба с ними"). Затем у меня была работа, военная служба, но эту статью перечитывал несколько раз и мысленно сопоставлял её со своей радиолюбительской биографией и конструкторской работой, но всё время хотелось поближе познакомиться с трудовой деятельностью М. А. Бонч-Бруевича.

Михаил Александрович Бонч-Бруевич (1888—1940 гг.).

И вдруг выясняется, что в здании Нижегородской радиолаборатории (НРЛ), где трудился до 1928 г. М. А. Бонч-Бруевич, 7 мая 1974 г. открылся и действует в настоящее время музей НРЛ им. М. А. Бонч-Бруевича, где хранятся уникальные экспонаты первых ламповых приёмников и передатчиков, образцы первых мощных отечественных радиоламп, которые не только не уступали по качеству зарубежным аналогам, но и превосходили их.

Для создания вакуума в радиолампах Михаил Александрович лично работал с ртутью, забывая при этом о своём здоровье.

Дело в том, что после изобретения А. С. Поповым в 1895 г. беспроводного телеграфа появилась первая телеграфная радиосвязь на основе искрового передатчика. Радиоламп тогда ещё не было. Телеграфная радиосвязь, в первую очередь, была востребована в войсках, где на разных инженерных должностях тогда служил М. А. Бонч-Бруевич.

В 1914 г. в Москве на Ходынском поле (после революции — Октябрь-

Мемориальная доска М. А. Бонч-Бруевича на стене музея.

Насос для откачки ламп — водолазная помпа.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ский передающий центр) была запущена искровая телеграфная радиостанция мощностью 100 кВт, обеспечивающая радиосвязь со всей Европой. Но "стрельба" от вращающего разрядника, подобно выстрелам из винтовки, была слышна на расстоянии более двух километров. Многим спе-

Катодный прерыватель Тверской радиостанции.

Опытно-экспериментальные образцы радиоламп (две слева), предположительно, генераторные триоды, предназначавшиеся для передатчиков.

Газонаполненная неоновая лампа тлеющего разряда (вторая справа), предназначена для использования в телевизионных приёмниках с механической развёрткой. Изготовлена кустарным способом.

Радиолампа МДС ("микродвухсетка") — усилительный тетрод с торированным катодом (справа). Выпускалась электровакуумным заводом "Светлана", Петроград, 1921—1922 гг.

Лампа мощностью 5 кВт.

Генераторная лампа МИ с водяным охлаждением мощностью 25 кВт конструкции М. А. Бонч-Бруевича, 1923 г.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Угольный (слева) и электростатический (конструкция М. А. Бонч-Бруевича и С. И. Шапошникова, 1928 г.) микрофоны. В угольном микрофоне использован однокаскадный усилитель на триоде.

Антенный трансформатор радиовещательной станции "Малый Коминтерн" (подлинник).

Осциллографическая электронно-лучевая трубка.

циалистам было понятно, что развивать и дальше строить искровые радиостанции нецелесообразно. Во время Первой мировой войны от союзников в русскую армию стала поступать аппаратура на лампах.

Михаил Александрович первым из того окружения специалистов загорелся идеей создать свою радиолампу. На базе тогда работающей Тверской радиостанции в конце 1915 г. Бонч-Бруевичем были изготовлены первые электронные лампы.

В дальнейшем им были созданы уникальные 5- и 25-киловаттные лампы с водяным охлаждением.

Обладая всесторонними талантами, Михаил Александрович, кроме создания мощных ламп и передатчиков, занимался также созданием радиовещательных речевых и музыкальных студий. Сигналы от радиовещательной станции Нижнего Новгорода были слышны не только в Москве, но и в Европе.

Центром мощного радиостроения в конце 20-х годов становится г. Ленинград, куда в 1928 г. переводят коллектив НРЛ вместе с его руководителем М. А. Бонч-Бруевичем. Совместными усилиями специалистов из Ленинграда и НРЛ в 1929 г. создаётся ламповая радиовещательная станция им. ВЦСПС мощностью 100 кВт — самая мощная тогда в мире радиовещательная станция, созданная советскими специалистами на отечественных лампах с водяным охлаждением.

Отдельно хотелось бы обратить внимание ещё на один уникальный зал музея, посвящённый курсу школьной физики. Создатель этого уникального зала — знаменитый учитель физики г. Нижнего Новгорода Лев Васильевич Пигалицин. С помощью представленных демонстрационных приборов, посвящённых электротехнике, Льву Васильевичу удалось невидимые явления электричества сделать видимыми. Электрический ток можно увидеть с помощью электронно-лучевой трубки, а невидимые силовые магнитные линии — с помощью металлических опилок на картоне, информацию, которую несут невидимые радиоволны, — с помощью радиоприёмника. Любовь и сильная увлечённость физикой Льва Васильевича неминуемо передавались его ученикам, которые впоследствии становились достойными инженерами, конструкторами, разработчиками и учёными.

По моему мнению, музей НРЛ в масштабах страны, несмотря на свою значимость, популяризован недостаточно, даже среди специалистов и радиолюбителей. А мне, к моему личному сожалению, довелось посетить этот небольшой, но уникальный музей только в апреле 2025 г.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Суточный таймер

Л. НЕФЕДЬЕВА, Ю. РЯБЧУК, г. Волгоград

Вниманию читателей предлагается суточный таймер на микроконтроллере (МК) серии PIC12F683. Устройство позволяет включать и выключать нагрузку в заданное время с периодичностью один раз в сутки. Устройство выполнено на доступной элементной базе и несложно в повторении.

Для периодического включения и выключения нагрузки один раз в сутки в заданный интервал времени применяются суточные таймеры с механическим или электронным управлением [1]. Их использование удобно как в быту, так и в промышленных условиях, и обеспечивает автоматизацию различных процессов.

Схема суточного таймера приведена на **рис. 1**. Он состоит из МК DD2, часов реального времени DD1, симистора VS1, который подаёт напряжение питания на нагрузку, и управляющей оптопары U1. Кнопки SB1 и SB2 выполняют функции включения, выключения и программирования таймера, два светодиода HL1 и HL2 индицируют включённое состояние нагрузки и режимы программирования. Микроконтроллер PIC12F683 работает от внутреннего генератора с частотой 4 МГц. Программа для МК была разработана в графической среде Flowcode [2]. Для программирования был использован программатор PICkit2.

Питание таймера осуществляется от сети 230 В с помощью блока питания, собранного на балластном конденсаторе C5, выпрямителе на диодах VD2 и VD3, сглаживающем конденсаторе C4, параметрическом стабилизаторе напряжения на стабилитроне VD1 и стабилизаторе напряжения 5 В на микросхеме DA1. Для управления симистором VS1 применена оптопара U1 с минимальным током 5 мА.

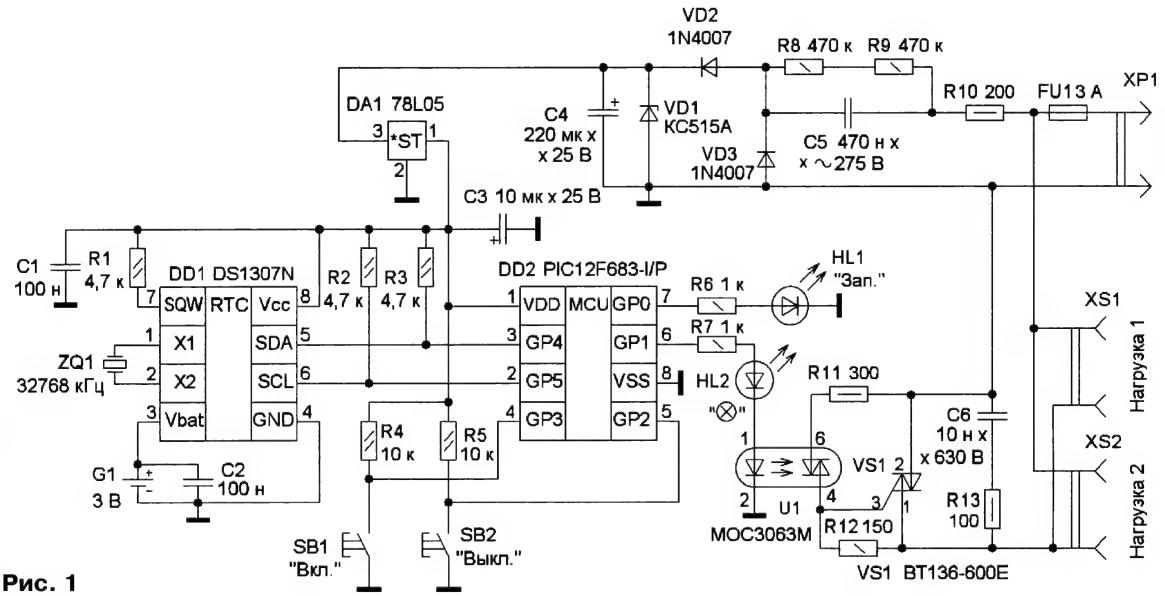


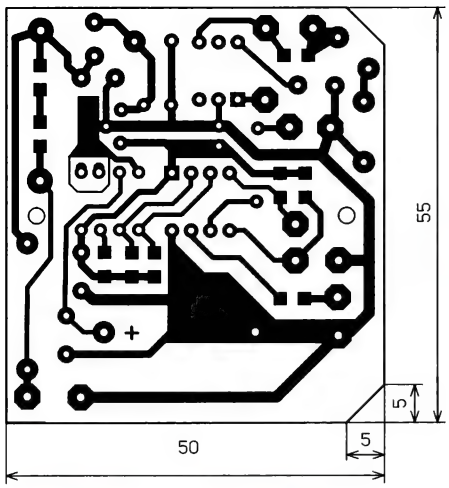
Рис. 1

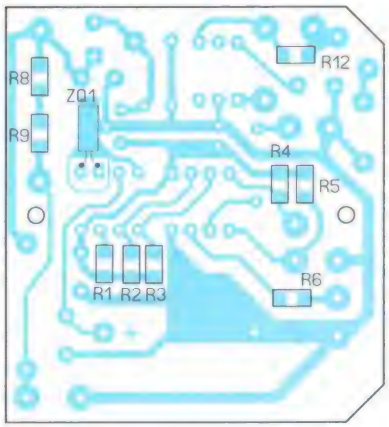
Диоды 1N4007 можно заменить маломощными выпрямительными с допустимым обратным напряжением не менее 400 В. Стабилитрон КС515А можно заменить маломощным стабилитроном на напряжение 9...15 В, например BZX85C15, BZX85C12, BZX85C9V1. Замена оптопары — MOC3023M, MOC3043M, MOC3083M. Конденсатор C5 — серии CBBX2 или аналогичный, предназначенный для работы на переменном токе. Конденсаторы C1, C2 — плёночные или керамические, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные. Часть резисторов — для поверхностного монтажа типоразмера 1206, они установлены на плате со стороны печатных проводников, остальные резисторы — МЛТ, С2-23 или импортные. На плате предусмотрена возможность установки взамен двух резисторов R8, R9 для поверхностного монтажа одного выводного резистора R9' сопротивлением 1 МОм мощностью рассеивания 0,5 Вт.

Симистор BT136-600E можно заменить симистором BT134-600E, BT138-600E, BTA12-600BRG, он расположен внутри корпуса сетевого разветвителя на небольшом теплоотводе в виде алюминиевой пластины размерами 2×5 см, который закреплён на боковой стенке и соединён с печатной платой изолированными монтажными проводами. Все остальные элементы установлены на печатной плате. МК и микросхема DD1 установлены в панели SCS-08 (или аналогичные), гальванический элемент CR2032 установлен в батарейном отсеке CH224-2032. Кварцевый резонатор ZQ1 — DT-38 в цилиндрическом корпусе, припаян непосредственно к выводам 1 и 2 панели микросхемы DD1 со стороны печатных проводников. Светодиоды — любые с диаметром корпуса 3...5 мм, HL1 — красного свечения, HL2 — синего свечения. Кнопки — KLS7-TS6606 (или аналогичные), держатель плавкой вставки — ДПБ.

Чертёж односторонней печатной платы и схема размещения на ней элементов показаны на **рис. 2**. Изготовлена она из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Не следует забывать, что устройство гальванически связано с сетью 230 В, поэтому предварительную проверку и налаживание устройства следует проводить, отключив его от сети. Для этого от стабилизированного лабораторного блока питания на кон-





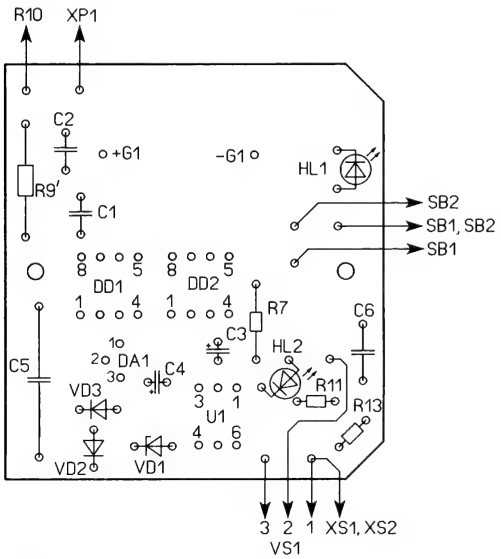


Рис. 2

денсатор С4 (с соблюдением полярности) подают напряжение 8 В. Если всё работает нормально, элементы устройства размещают в корпусе — трёхрозеточном сетевом разветвителе (или аналогичном). Элементы одной вилки удалены, и на её месте

Рис. 3

установлены печатная плата и пластмассовая заглушка, в которой сделаны отверстия для размещения светодиодов и толкателей кнопок (**рис. 3**). Оставшиеся две розетки для подключения нагрузок соединены параллельно. Печатная плата крепится к корпусу с помощью винтов. После этого устройство можно подключить к сети и окончательно проверить его работоспособность.

Перед первым включением МК в панель не устанавливают. После подачи питающего напряжения от блока питания необходимо убедиться в наличии напряжения питания +5 В между выводами 1 и 8 панели МК. Затем напряжение питания отключают и устанавливают МК. После подачи напряжения проверяют наличие секундных импульсов на выводе 7 микросхемы DS1307N.

Устройство не содержит индикатора времени, поэтому установку времени включения производят длительным нажатием в нужное время на кнопку SB1 в течение 7 с, что подтверждается однократной вспышкой светодиода HL2. Установку времени выключения производят в нужное время длительным нажатием на кнопку SB2 также в течение 7 с, что подтверждается двукратной вспышкой светодиода HL2. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 происходит включение нагрузки, при кратковременном нажатии на кнопку SB2 происходит её выключение без записи времени включения/выключения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суточные таймеры. — URL: **https://www.vseinstrumenti.ru/tag-page/sutochnye-tajmery-5590/** (08.04.2025)

2. Flowcode. Electronic system design software. — URL: **https://flowcode.co.uk/** (08.04.2025).

От редакции. *Чертёж печатной платы и файлы для программирования микроконтроллера находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/timer.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Вышла в свет новая книга

Пескин А. Е., Кожин М. А.,

Цифровое телевидение в вашем доме. — М.: Горячая линия — Телеком, 2025. — 332 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-1152-9.

Дана историческая ретроспектива возникновения и развития цифрового телевидения в мире и в России. Рассмотрены способы формирования цифровых телевизионных (ТВ) сигналов и их передачи, стандарты цифрового ТВ вещания и сжатия видео- и аудиосигналов. Описаны основополагающие цифровые технологии, используемые в телевидении, цифровые форматы и интерфейсы, принципы и тенденции ТВ вещания в сети Интернет, в том числе потокового, а также методы создания цифровой локальной домашней сети.

Рассмотрены компоненты, используемые при приёме цифрового телевидения (телевизоры, приставки-ресиверы, ТВ антенны, разъёмы, кабели и др.), и приведены данные о мультиплексах и стриминговых сервисах. Даны практические рекомендации по подключению цифровых приставок и компьютеров к телевизорам и их настройке для приёма ТВ передач и рассмотрены возникающие при этом проблемы.

Для широкого круга читателей, знакомых с основами радиоэлектроники и вычислительной техники, желающих расширить свои познания о современных ТВ технологиях и приобрести базовые практические навыки подключения ТВ компонентов. Может быть полезна учащимся профильных специальностей средних специальных учебных заведений.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

rus-elektronika.ru

ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ

Международная ВЫСТАВКА-ФОРУМ

25|26|27 НОЯБРЯ 2025

МОСКВА
Крокус Экспо

12+

Организатор:

Международная Выставочная Компания

Официальная поддержка:

Минпромторг России

Партнеры:

БАЗИС

АКРП

ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД

+7 (812) 401 69 55,
electron@mvk.ru

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Мемориал А. С. Попова 2025 — итоги

В этом году мы получили 188 отчётов, на 29 отчётов больше, чем в прошлом году. Таким образом, можно считать, что в соревнованиях в личном и командном зачётах приняли участие чуть больше 200 спортсменов.

В группе HIGH MIXED с одним оператором на первом месте — Владимир Попов (R3OM), г. Нововоронеж Воронежской обл. На второе место вышел Виктор Максименко (R1DX) из Санкт-Петербурга, а на третье — Игорь Чайковский (RT5C) из Москвы.

В группе участников, работавших телеграфом HIGH CW, лучшим стал Юрий Куриный (RG9A) Мельников (UN8PT), г. Абай Карагандинской обл., Казахстан. Третье место занял Николай Орехов (RL4A), с. Каменный Брод Волгоградской обл.

Валентин Бурый (UA6AK) — победитель в группе SINGLE-OP LOW SSB.

Юрий Куриный (RG9A) показал лучший результат в группе SINGLE-OP HIGH CW.

В соревнованиях этого года ставшие традиционными группы были разбиты на две части: работающие в эфире большой мощностью (HIGH, выше 100 Вт) и малой мощностью (LOW, менее 100 Вт). Кроме того, операторы, возраст которых не превышает 19 лет, выделены в отдельные группы JUNIOR.

В группе LOW MIXED с одним оператором лучший результат показал Владимир Пчелин (UA6GO), с. Балахоновское Ставропольского края. На втором месте — Юрий

Фёдор Брязгин, участник команды R0AK, за работой в соревнованиях "Мемориал А. С. Попова".

Владимир Попов (R3OM) — первое место в группе SINGLE-OP HIGH MIXED.

Среди радиостанций с несколькими операторами в группе HIGH MIXED лучшей, как и в прошлом году, была команда радиостанции ДОСААФ RC9J, г. Радужный Ханты-Мансийский АО— Югра. В неё входили Алексей Зотов (R9JR) и Александр Умаров (R9JE). Второе место, как и в прошлогодних соревнованиях, — у команды радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края, в составе которой были Фёдор Брязгин, Алексей Клундук и Надежда Новикова. Третье место, как и в прошлом году, заняла команда радиостанции R3VR, г. Александров Владимирской обл., в состав которой входили Владимир Блинков, Сергей Павлов, Пётр Сальников и Виталий Порохня.

В группе LOW MIXED среди радиостанций с несколькими операторами участвовали две команды. Первое место заняла команда коллективной радиостанции RZ1AWD Военной академии связи им. С. М. Будённого из Санкт-Петербурга, в которой участвовали Никита Ажогин, Михаил Ференс, Владимир Ельцов, Арсен Исаков и Антон Мельников. На втором месте — команда радиостанции R1ZM в составе Сергея Фертикова и Бориса Тропина, г. Мурманск.

В группу HIGH MIXED JUNIOR выделены две команды. Команда коллективной радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края, как и в прошлом году, была лучшей в молодёжной группе коллективных радиостанций. В состав этой команды входили Фёдор Брязгин, Алексей Клундук и Надежда Новикова. Тренирует команду Александр Иванович Смахтин (R0AA). На втором месте в этой группе — команда радиостанции RK4W Дворца дет-

Команда радиостанции RL9M, показавшая лучший результат в группе LOW SSB JUNIOR. Слева направо: Мария Майер, Таисия Купреева и Александра Шилкина.

месте — Николай Шелайкин (R3QA) из Воронежа.

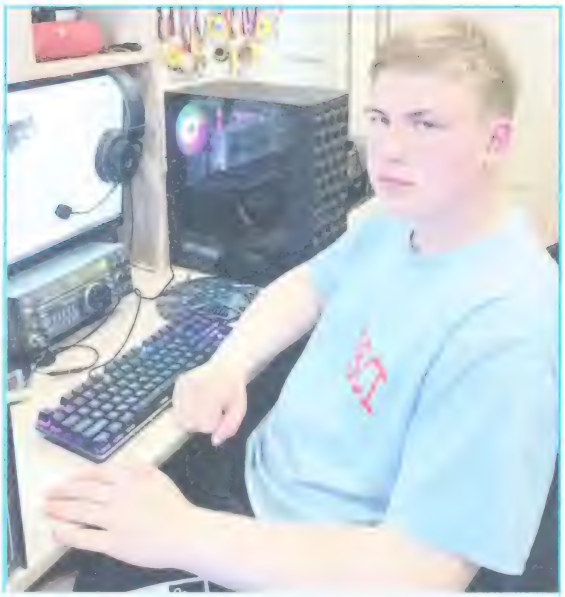
У тех, кто работал телефоном в группе HIGH, победил Сергей Благинин, работавший позывным RM8L радиоклуба Детского морского центра "Алый парус" из Тюмени. Второе место в этой группе занял Сергей Шведов (R4HIA) из г. Тольятти Самарской обл. На третьем месте — Сергей Зелик (RA9SDT) из г. Орска Оренбургской обл.

В группе LOW SSB победу одержал Валентин Бурый (UA6AK) из г. Лабинска из Челябинска. Второе место занял Анатолий Медов (R3EC) из г. Орла. Третьим в этой группе был Виктор Шейкин (R7AT), ст. Выселки Краснодарского края.

В группе LOW CW с одним оператором первенствовал Сергей Рожков (UA3RBR), д. Красненькая Тамбовской обл. Второе место в этой группе занял Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл. На третьем Краснодарского края. Сергей Жабин (UA4HEZ), пгт Суходол Самарской обл., занял второе место в этой группе. На третьем месте — Александр Зайцев (UA3ZTY), г. Губкин Белгородской обл.

В группе HIGH MIXED JUNIOR был один участник — Кирилл Бессингер (R8CI), работавший в соревнованиях позывным RN9C, д. Черноусова Свердловской обл.

Сергей Благинин (RM8L) — победитель в группе SINGLE-OP HIGH SSB.



Единственный участник в группе HIGH MIXED JUNIOR — Кирилл Бессингер (R8CI), работавший в соревнованиях позывным RN9C.

Команда радиостанции RC9J, занявшая первое место в группе MULTI-OP HIGH MIXED, слева направо — Александр Умаров (R9JE), Алексей Зотов (R9JR).

ского (юношеского) творчества г. Ижевска, в которой принимали участие Тимофей Гореев, Радмила Пономарева, Матвей и Михаил Лялины и Арина Лямина. Тренер команды — Павел Анатольевич Коробко (R4WX).

В группе HIGH SSB JUNIOR лучший результат показала команда радиостанции RC0AR МБОУ ДО "Станция юных техников", г. Назарово Красноярского края. В составе этой команды участвовали Андрей Глушков и Андрей Карелин. Тренирует команду Аркадий Павлович Иванкин (RD0A). На второе место вышла команда UN8LWZ коллективной радиостанции средней школы № 11, г. Костанай, Казахстан, в составе которой принимали участие Юлия Улан, Виолетта Демченко, Жанбике Сагадиева, Азат Паризов, Стелла Бойко и Анастасия Чиняева. Тренирует команду Анатолий Дмитриевич Ефанов (UN9LA). Третье место заняла команда коллективной радиостанции UR6GZL ГБОУ ДО "Станция юных техников", г. Геническ Херсонской обл. Состав команды — Илья Трикозюк, Владислав Перепелица, Дмитрий Гайфутдинов и Владислав Водяной. Тренер команды — Александр Александрович Узунов.

Первое место в группе LOW SSB JUNIOR заняла команда радиостанции RL9M СШОР № 3 СРК "Эхо" из г. Омска, в составе которой участвовали Мария Майер, Александра Шилкина и Таисия Купреева. Тренирует команду Виталий Павлович Мартынычев (UA9MKW). На втором месте — команда RZ4PXP из г. Нижнекамска, Республика Татарстан, в состав которой входили Родион Квасов, Тимур Федоров и Юсуф Музипов. Тренирует команду Ильяс Нурисламович Бикбаев. Третье место заняла команда RM3X, г. Медынь Калужской обл. Состав команды — Игорь Кузьмин, Дмитрий Волков, Руслан Гадиев, Варвара Супрунова, Вадим Супрунов и Евгений Гусев. Тренер команды — Анатолий Филиппович Иванников (UA3XS).

В группе музейных участвовали три радиостанции. Лучший результат показала коллективная радиостанция музея-квартиры А. С. Попова RK1B из г. Санкт-Петербурга, в которой участвовали Александр Староверов, Иван Торопов и Василий Сучков. Второе место заняла радиостанция R9DMP Мемориального музея А. С. Попова, г. Краснотурьинск Свердловской обл., в которой принимали участие Александр Гельвер (UF8C) и Александр Дума (RD9D). На третьем месте — коллективная радиостанция RK1A Центрального музея связи им. А. С. Попова, г. Санкт-Петербург. Работал на этой радиостанции Николай Сашенин (RV1AQ).

На первое место в группе наблюдателей вышел Борис Иванов (RA3XEV_SWL) из г. Обнинска Калужской обл. На втором месте — Николай Полковников (R0U-001), г. Краснокаменск Забайкальского края. Третье место занял Юрий Сапожников (R3D-204), г. Дмитров Московской обл.

В этом году в мемориале были представлены все федеральные округа страны, за исключением Дальневосточного федерального округа. Лучшие результаты по федеральным округам среди радиостанций с одним оператором и с несколькими операторами показали:

— R1DX и RZ1AWD (Северо-Западный федеральный округ);

— R3EC и R3VR (Центральный федеральный округ);

— R7AT и UR6GZL (Южный федеральный округ);

— RW0AJ и R0AK (Сибирский федеральный округ);

— RG9A и RC9J (Уральский федеральный округ);

— RA9SF и RK4W (Приволжский федеральный округ);

— UA6GO (Северо-Кавказский федеральный округ).

У иностранных участников этих соревнований лучшими оказались UN8PT и коллектив UN8LWZ.

SINGLE-OP HIGH MIXED

1	R3OM	259	10856	256	10745
2	R1DX	190	8309	174	7595
3	RT5C	159	6993	153	6876
4	LZ1ZF	160	6991	155	6830
5	RV3FF	130	5539	127	5433
6	RA7E	132	5819	125	5288
7	UG4P	116	4751	109	4611
8	RN9C	101	4582	97	4471
9	UA9CU	93	4036	91	3979
10	OK1OA	93	3962	92	3950
11	RW3TJ	76	3596	70	3292
12	UA9JNT	78	3054	78	3054
13	YL3NU	68	3005	63	2867
14	R4SBD	43	1956	36	1518

SINGLE-OP LOW MIXED

1	UA6GO	251	10855	246	10664
2	UN8PT	239	10724	234	10545
3	RL4A	205	9249	196	8983
4	RV9CVA	147	6455	130	6101
5	RA7R	140	5830	137	5685
6	RA9SF	130	5558	130	5558
7	EW2R	129	5796	121	5453
8	UA9QCQ	99	4412	92	4126
9	R4MA	100	4088	99	4052
10	RN4SC	80	3439	77	3281
11	RA0AY	74	3115	73	3102
12	R9QQ	78	3142	74	2957
13	RT6N	63	2640	61	2531
14	RV3X/P	72	2606	66	2522
15	RD1T	63	2801	58	2517
16	R1QE	58	2541	57	2502
17	TK/R5GA	53	2387	51	2346
18	R3PIQ	53	2340	51	2289
19	UA4LCC	59	2440	54	2263
20	UA3YDI	55	2276	54	2224
21	RA3VE	51	2010	50	1957
22	UA9SMU	48	1815	43	1591
23	RY2A	17	721	17	721

SINGLE-OP HIGH CW

1	RG9A	287	12745	271	12555
2	R3EC	250	11474	242	11319
3	R7AT	235	11168	231	11063
4	UA3QGT	183	8565	182	8525
5	RV6HV	168	8027	161	7742
6	RM5F	141	6400	151	6890
7	R4PEW	129	5764	119	5495
8	RC0CD	105	4695	102	4575
9	RU6AX	85	3796	80	3600
10	OK1VK	82	3778	80	3512
11	RA3NC	70	3281	67	3124
12	RC0L	67	2783	63	2726
13	RA0AR	60	2514	58	2416
14	UA9XO	55	2496	50	2265
15	RA3TT	45	2102	45	2102
16	JR6CSY	49	1951	40	1667
17	UA4AQL	22	1146	21	1089
18	IK2AIT	11	552	9	436
19	RA4Y	11	434	11	434

SINGLE-OP LOW CW

1	UA3RBR	195	8979	182	8367
2	R7MM	175	8352	172	8197
3	R3QA	170	7875	164	7684
4	RX3Q	165	7669	157	7480
5	RW0AJ	163	7520	157	7354
6	RT7C	151	6980	146	6764
7	UG4A	138	6580	135	6456
8	UA9AT	140	6583	133	6341
9	RK3P	137	6185	136	6139
10	RC9A	135	6751	125	5810
11	UN7CN	116	5765	115	5599
12	RW3AI	121	5577	119	5477
13	RN5AA	123	5626	119	5401
14	R7TW	107	5193	105	5105
15	UR7MZ	113	5203	109	5065
16	UD8A	108	5079	103	4888
17	RN4HAB	107	4956	99	4725
18	R8WO	92	4309	91	4262
19	RA5CC	94	4246	92	4173
20	RA4CL	87	4153	87	4153
21	RN9RF	85	4139	82	3996
22	RW9DX	85	3926	78	3672
23	RX7T	68	3560	68	3560
24	RN4AO	82	3956	72	3510
25	EW8G	79	3304	74	3207
26	UN7LV	60	2881	55	2750
27	UN7ID	58	2836	53	2644
28	YO4AAC	57	2668	56	2617
29	LZ2MP	52	2485	50	2434
30	UN7CAW	52	2466	50	2380
31	UA4CBJ	54	2610	51	2353
32	RA3DSV	55	2387	54	2344
33	UA6HFI	52	2349	50	2319
34	UA4FDL	55	2462	52	2277
35	R9XS	45	2316	44	2258
36	RK4NB	50	2308	47	2153
37	RA4FAY	47	2412	41	2113
38	UD0O	44	2014	41	1867
39	SE5V	44	1906	40	1851
40	RD3FT	43	1849	41	1748
41	UA3YFL	36	1720	35	1691
42	OK1DVA	39	1652	39	1652
43	RV3ZN	36	1619	34	1502
44	R2HM	31	1432	31	1432
45	R2HL	28	1288	28	1288
46	RN1AO	22	1192	22	1192
47	UA3GDU	27	1177	27	1177
48	RA9AFZ	25	1153	24	1101
49	UA0SBQ	25	1033	24	1007
50	HA5BA	21	1006	20	942
51	EA4HKF	25	1053	20	897
52	UA3RF	17	864	16	817
53	OK1PFM	17	708	17	708
54	R4WAE	14	634	14	634
55	RG8G	13	659	11	577
56	R0LJC	20	842	13	571
57	EU1ST	13	573	12	518
58	UT7MR	20	918	11	502
59	RA3XCZ	12	550	11	494
60	RA3AGF	11	479	11	479
61	RA3WUG	12	538	9	412
62	DL1NKB	9	347	7	273
63	RA3AL	8	288	7	259

SINGLE-OP HIGH SSB

1	RM8L	127	4969	126	4956
2	R4HIA	123	4839	123	4839
3	RA9SDT	117	4363	115	4352
4	UA1ORK	113	3971	110	3884
5	RA9AU	101	3663	100	3636
6	R4FCJ	98	3557	95	3415
7	RZ9WU	82	3415	75	2805
8	UA9UDQ	74	2715	72	2672
9	UA3OO	79	2676	76	2420
10	R3THJ	59	2209	57	2155
11	RW3YB	55	2079	53	1888
12	R1YY	57	1813	56	1778
13	UG0B	20	867	18	780
14	R0WY	23	822	21	774
15	R3YAR	10	476	9	417

SINGLE-OP LOW SSB

1	UA6AK	91	3636	88	3586
2	UA4HEZ	94	3504	93	3455
3	UA3ZTY	91	3362	91	3362
4	R8CGZ	91	3196	87	3193
5	RD8B	86	3202	80	3103
6	UA4FDK	76	2860	74	2812
7	R3AAA	78	2692	76	2688
8	UA6HML	74	2674	73	2659
9	R1CAM	76	2557	76	2557
10	RT9YT	63	2278	61	2278
11	R5KH	61	2244	59	2137
12	R2EL	54	1850	53	1804
13	UA3PSV	43	1581	41	1479
14	RU4CK	48	1646	42	1479
15	UB0AKK	40	1607	37	1380
16	RA4CCK	24	1221	24	1221
17	UA9JFH	36	1263	35	1206
18	UA4WKE	32	1160	31	1114
19	UB3KFA	32	1065	32	1065
20	RA1QDP	23	805	21	791
21	R2BOE	18	586	18	586

SINGLE-OP HIGH MIXED JUNIOR

1	RN9C	101	4582	97	4471

MULTI-OP HIGH MIXED

1	RC9J	276	12149	271	11926
2	R0AK	271	11778	268	11542
3	R3VR	250	10445	227	9757
4	RK4W	239	10326	222	9562
5	R4WD	158	7326	142	6574

MULTI-OP LOW MIXED

1	R1ZM	84	3798	81	3686

MULTI-OP HIGH MIXED JUNIOR

1	R0AK	271	11778	268	11542
2	RK4W	239	10326	222	9562

MULTI-OP HIGH SSB JUNIOR

1	RC0AR	138	4847	134	4816
2	UN8LWZ	132	5142	123	4713
3	UR6GZL	107	3994	102	3711
4	RC4P	103	3736	97	3539
5	RA8CP	95	3593	93	3513
6	RZ5Z	95	3555	93	3455
7	RO9T	92	3284	88	3110
8	RC9FC	40	1532	37	1386
9	RK9CYA	47	1714	0	0

MULTI-OP LOW SSB JUNIOR

1	RL9M	89	3375	89	3375
2	RZ4PXP	76	2906	73	2787
3	RM3X	68	2245	58	2034
4	RW3E	48	1451	46	1380
5	RD4SB	46	1396	40	1296
6	UB3T	14	548	14	548

POPOV MUSEUM

1	RK1B	123	5298	106	4743
2	R9DMP	97	3433	94	3327
3	RK1A	54	2647	51	2466

SINGLE-OP SWL

1	RA3XEV/SWL146	6178	138	5747
2	R0U-001	120	5280	112	4916
3	R3D-204	97	3863	93	3667
4	R4H-44	79	2829	72	2528

CHECKLOG

1	RT3F				
2	UA3RW				

Российские радиостанции, показавшие лучшие результаты по федеральным округам страны, и лучшие среди иностранных радиостанций будут отмечены памятными плакетками Минкомсвязи РФ и ФГУП "ГРЧЦ".

В **таблице** приведены итоги всех участников (место, позывной, число заявленных связей, заявленный результат, число подтверждённых связей, окончательный результат), кроме того, итоги размещены по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/popov_mem_2025_tab_site.pdf** на нашем сайте.

Радиоэкспедиция в Бенин

TYORU

Александр БЕЗМЕНОВ (R9LM), г. Тюмень

Как оказалось, заготовленные колья для оттяжек нам не понадобились, поскольку земля настолько рыхлая и ветер с океана порой был такой силы, что срывал крыши с соседних лачуг. А уж вырвать из земли наши колья, тем самым привести к падению мачт и антенн, не составило бы никакого труда. Но нам везёт — рядом лежали кирпичи, и мы их под покровом темноты "заимствуем" для наших оттяжек. Наутро появился огород из антенн на задворках отеля. Красота!

Местные жители немного шокированы, ведь им нужно выгуливать скот на этом участке земли.

Установка антенн.

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2025, № 5, 6

Владимир Васильев (R9LR) за работой "цифрой".

Установка 18-метровой антенны GP на диапазон 160 метров.

Василий Пинчук (R7AL) и Вячеслав Родин (OK8AU, RW8A) до позднего вечера устанавливают антенны.

Пришлось договариваться за небольшую плату с пастухом, чтобы он временно забыл про этот участок "плодородной" земли. Мальчишки с любопытством рассматривают непонятные штуки (антенны HB9CV), иногда пытаясь попасть камешками по элементам.

Невзирая на жару, команда упорно продолжает строить антенны (а их привезено больше 22 штук, включая КВ и спутниковую антенну), идёт их настройка, и всё это происходит под палящим солнцем. Температура днём и ночью больше 30 °С с большим процентом влажности.

Ближе к обеду на солнце невозможно находиться. Местные жители ложатся спать в тенёк под соломенные крыши построек и под корму лодок.

Потрачено много времени на коммутацию оборудования, сборку, установку и настройку антенн, настройку усилителей. В итоге цифровое место готово. Контролирующими операторами будут Василий (R7AL), Владимир (R9LR) и Леонид (RW9JZ). На цифровом месте всего две слабенькие розетки, которые сопротивлялись до последнего, чтобы вот-вот не загореться. Продолжалось это до самого нашего отъезда.

Леонид (RW9JZ), в дополнение к основным антеннам у бунгал, поставил в одиночку Four square на 40 м, которая добавила в лог ещё несколько тысяч связей на этом диапазоне.

Все комплекты антенн собраны и запущены в работу. Остался самый интересный и любимый из диапазонов — это 160 метров! Вячеслав (OK8AU) привёз два лёгких и прочных штыря по 16 м и 18 м. Первый шикарный GP высотой 18 м и с кучей противовесов разной длины установили у бунгало на позиции CW/SSB.

Растянули около 30 противовесов, позже они станут небольшой помехой для местных рыбаков, которые целыми семьями протягивают невод вдоль берега.

(Продолжение следует)

Молодёжная коллективная радиостанция RK9CYA — в Мемориале "Победа-80"

Светлана КУЛТЫШЕВА (UB8CQK), г. Ирбит Свердловской обл.

Молодёжная коллективная радиостанция RK9CYA была организована при Городской станции юных техников г. Ирбита в 1979 г. Первый раз она вышла в эфир в июле 1980 г. под позывным UK9CFA. Сегодня коллективная радиостанция — при МАУ "Центр молодёжи" Городского округа "Город Ирбит".

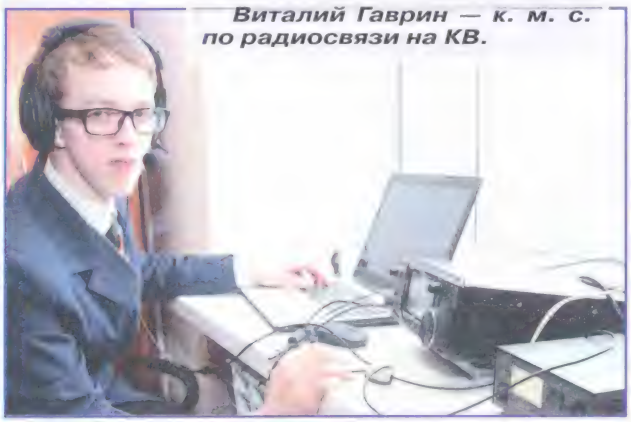
Основателем и руководителем радиостанции был почётный радист РФ Виктор Пантелеймонович Чепурной (RK9CR). К сожалению, он ушёл из жизни в январе 2024 г.

Уже 13-й год радиостанция участвует в Мемориале "Победа".

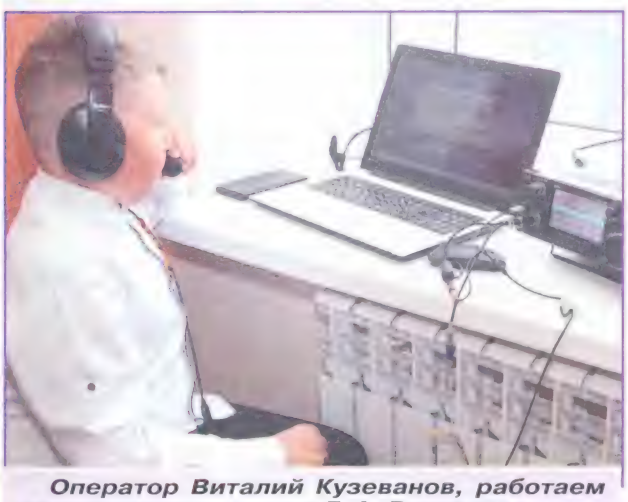
У самолёта лётчика-истребителя Г. А. Речкалова. Слева направо: руководитель радиостанции Светлана Владимировна Култышева, операторы — Виталий Кузеванов, Виталий Гаврин, Лиза Семухина.

В культурном центре им. дважды Героя Советского Союза Г. А. Речкалова, пос. Зайково Ирбитского района Свердловской обл.

Культурный центр им. Г. А. Речкалова. Слева направо: к. м. с. по радиосвязи на КВ Виталий Гаврин, Лиза Семухина, Виталий Кузеванов — лучшие операторы RK9CYA, руководитель — Светлана Владимировна Култышева.



Виталий Гаврин — к. м. с. по радиосвязи на КВ.



Оператор Виталий Кузеванов, работает из культурного центра Г. А. Речкалова.

Возраст участников в 2025 г. — менее 18 лет, в Мемориале было проведено более 2500 QSO. В 2025 г., как и всегда, работали мемориальным позывным RP80RGA в командном зачёте. RGA — Речкалов Григорий Андреевич, наш земляк, дважды Герой Советского Союза, лётчик-истребитель. Он родился и вырос в с. Зайково Ирбитского района. В дни мемориала мы посетили культурный центр им. Г. А. Речкалова в пос. Зайково.

В Мемориале "Победа-80" принимали участие Виталий Кузеванов, Егор Карпов, Вероника Карпова, Артём Журавлев, Лиза Семухина (UB8CQL), Виталий Гаврин (R8CFR), Тимур Кашпоров и Арина Чертищева.

РАДИО
начинающим
В ЖУРНАЛЕ

Самодельный семисегментный RGB-индикатор

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Идея изготовления самодельного индикатора возникла случайно. Автор как-то задумался о варианте повторения декоративного индикатора наступления Нового года [1] на основе многоцветных семисегментных RGB-индикаторов. Однако попытки приобрести такие (**рис. 1**, элемент 1) оказались тщетны, их попросту нет в широком доступе. Единичные имеющиеся варианты предлагают по очень высокой цене [2] в сравнении с одноцветными. Тогда и появилось желание заменить заводской вариант самодельным (рис. 1 элемент 2) и простым в повторении для начинающих.

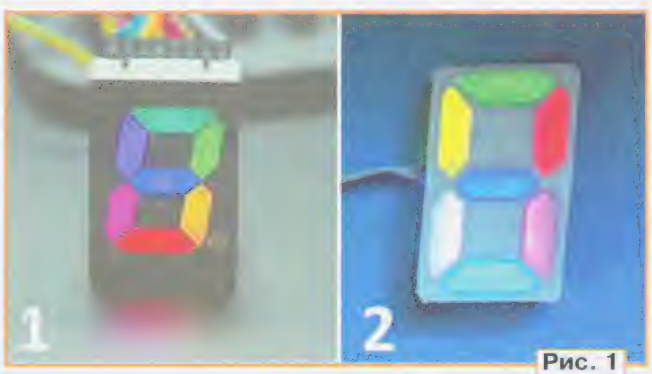


Рис. 1

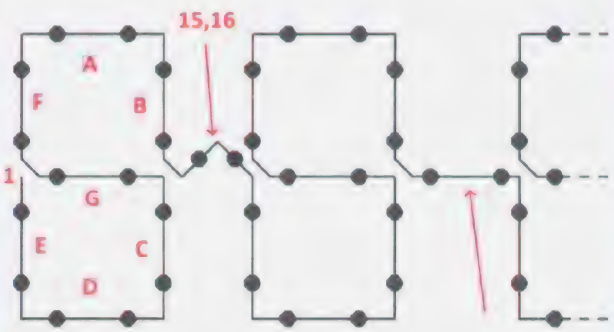


Рис. 3

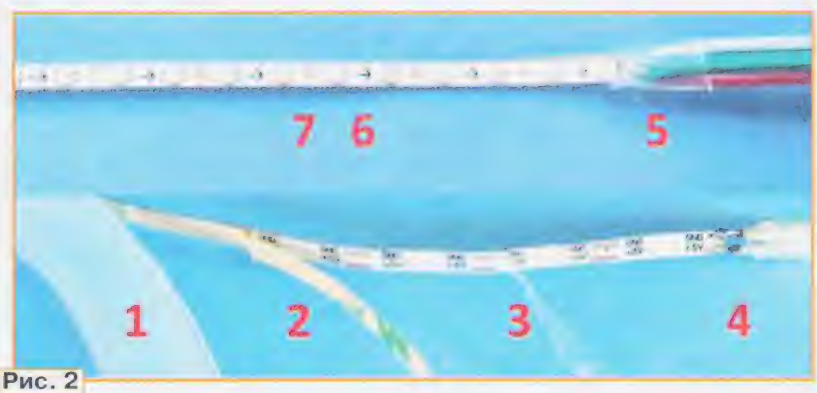


Рис. 2

За основу конструкции было решено взять отрезок миниатюрной адресной ленты [3] со светодиодами WS2812B. Её внешний вид показан на **рис. 2**. Расстояние между соседними светодиодами — 6,25 мм, ширина ленты — 2,7 мм. Вариантов изготовления больших RGB-индикаторов на Интернет-ресурсах можно найти много, например [4]. Однако все они имеют общий недостаток — трудоёмкий и сложный монтаж при изготовле-

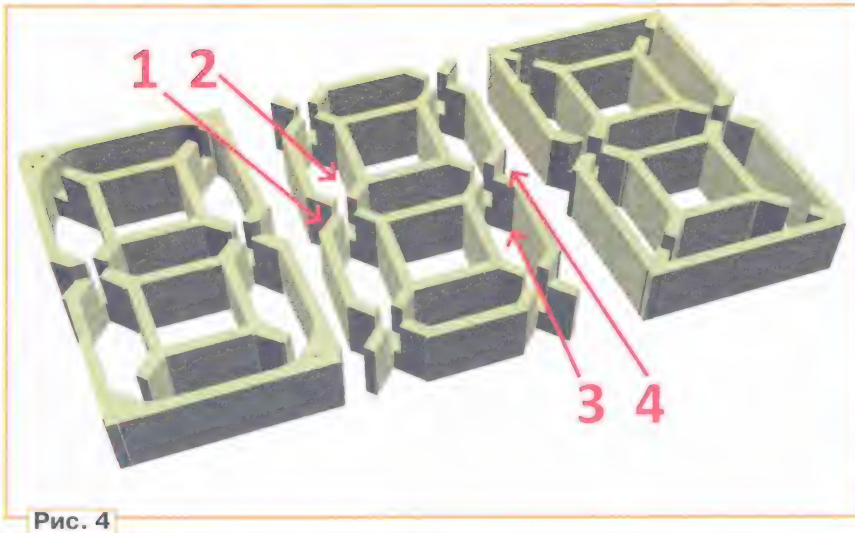


Рис. 4

даёт существенные боковые засветки сегментов). Для улучшения отражения света внутри сегмента его внутреннюю поверхность можно покрасить в белый цвет (в своём варианте индикатора автор счёл это лишним). На **рис. 4** показаны объёмные модели различных вариантов футляров под одно знакоместо. Именно с них удобнее начинать опыты с целью выбора оптимального варианта индикатора сообразно эстетическим желаниям. Элемент 1 — начальный узел вхождения ленты в индикатор, а элемент 2 — первый сегмент для укладки ленты. Соответственно 4 — узел выхода ленты и 3 — последний сегмент в знаке.

Рис. 5

Рис. 6

нии, много пайки. Иной подход — это укладка всего отрезка в единый футляр-форму индикатора на необходимое число знакомест. Схему укладки поясняет **рис. 3**. На каждый из сегментов A, B, C и т. д. приходится два светодиода, форма укладки напоминает букву S (если смотреть с лицевой стороны индикатора). Переходные светодиоды 15, 16 позволяют за счёт сгиба ленты в небольших пределах регулировать расстояние между соседними знаками (обозначено стрелками). Лента укладывается боком и сгибается с шагом два светодиода на сегмент, исключение составляет пара между знаками. Таким образом, расход составляет 16 светодиодов на знакоместо, кроме крайнего правого, требующего на два меньше.

Предварительную подготовку ленты перед укладкой поясняет рис. 2. С катушки 1 сматывают отрезок ленты необходимой длины (по числу светодиодов). Шнур-провода 5 меняют на более тонкий 4. Далее аккуратно снимают защитную бумажную ленту 2, затем удаляют также клеящий силиконовый слой 3. При укладке сгибы между сегментами производят в местах 7 (контакт данных), а межзнаковые — в местах 6 (показано стрелкой).

Основа-футляр для индикатора печатается на 3D-принтере из чёрного или серого пластика (использование белого пластика

Следующий этап — это подбор доступных материалов для светорассеивателя индикатора. После ряда экспериментов была выбрана комбинация (**рис. 5**) из двухстороннего бумажного скотча 2 и полиэтиленового белого пакета 1 с вырубленной ручкой. На **рис. 6** приведён внешний вид собранного футляра (сверху) и укладки отрезка ленты на 62 светодиода в футляр (вид снизу). Боковые поверхности 1 печатного каркаса служат своего рода линейками при креплении и резке материалов светорассеивателя 2, 3. Светорассеиватель изготавливают следующим об-

разом. От пакета отрезают заготовку размером примерно на 1 см больше длины каркаса и шириной, примерно равной ширине липкой ленты (скотча). Затем отрезают полоску скотча длиной, примерно равной длине отрезка полиэтилена. С помощью резинового валика накатывают отрезок 2 на полоску с открытой клеящейся стороны. Такой вариант позволяет избежать накопления пузырьков воздуха между полиэтиленом и скотчем. Потом снимают защитный жёлтый бумажный слой с обратной стороны скотча и на эту поверхность 3 наклеивают (накладывая сверху) печатный каркас 1. Излишки материала 2, 3 по краям каркаса отрезают острым ножом на деревянной гладкой доске по линии боковой поверхности каркаса. Сверху с помощью нескольких капель секундного клея по углам крепят маскурамку 4, напечатанную белым пластиком из файла основного каркаса в несколько слоёв. Для этого ставят повторно на печать файл каркаса и прерывают её при готовности печати примерно 7...9 % (несколько слоёв контура белым пластиком).

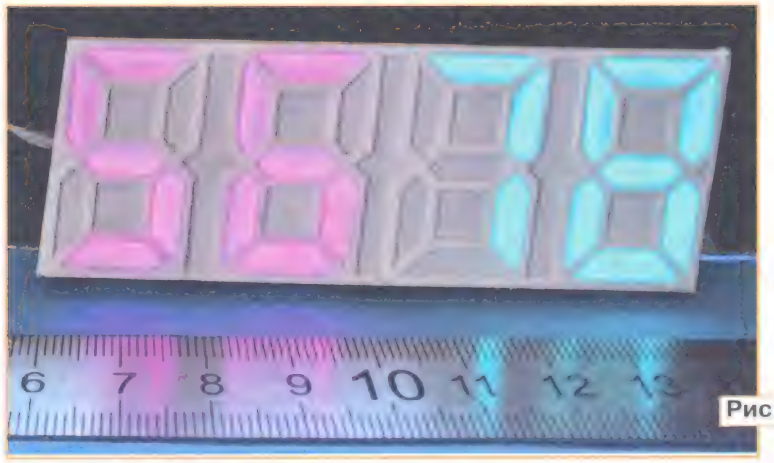


Рис. 7

Рамка визуально ограничивает границы светящихся сегментов. Далее приступают к укладке подготовленного отрезка ленты 5 слева направо, жёстко изгибая ленту в переходах 6. Для удобства процедуры можно пользоваться миниатюрной отвёрткой, изгибая на ней ленту и укладывая её изгибы в узлы, а также выравнивая ленту в сегментах.

После укладки и проверки работоспособности индикатора на обратную сторону футляра наклеивают полоску картона, отрезая излишки ножом по его периметру.

Внешний вид индикатора на четыре знакоместа в работе показан на **рис. 7**. Он имеет длину 85 мм и высоту 32 мм при угле наклона цифр вправо пять градусов. Возможность менять цвета свечения сегментов позволяет визуально делить разряды, избавляя от необходимости использовать десятичную точку или двоеточие.

Рис. 8

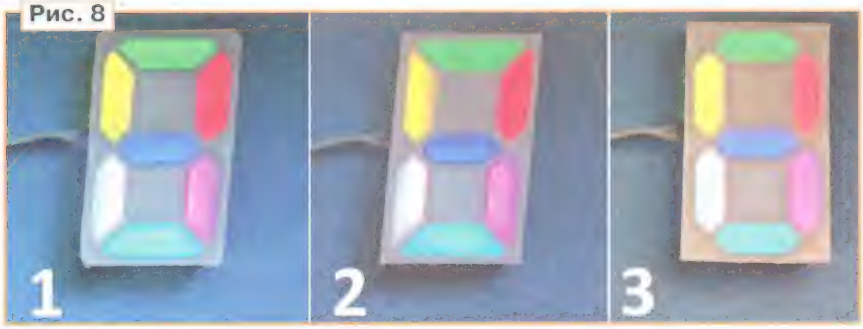


Рис. 9

Далее несколько слов о внешнем виде сегментов индикатора. При разработке объёмной модели футляра следует учитывать, что расстояние между соседними узлами при укладке ленты должно быть строго 12,5 мм. В связи с чем изменить форму сегмента G крайне трудно, тем не менее, меняя форму остальных, можно реализовать различные вариации внешнего вида свечения цифр. На **рис. 8** приведены три вида цифры 8 в семи цветах свечения сегментов. Выразительности восприятия индикации также добавляет внешняя маска на светорассеивателе (**рис. 9**). На первом изображении её нет, на втором она реали-

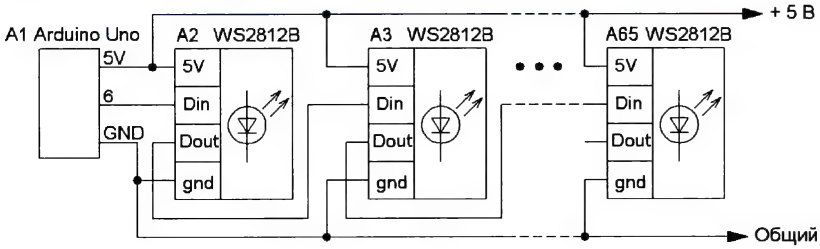


Рис. 10

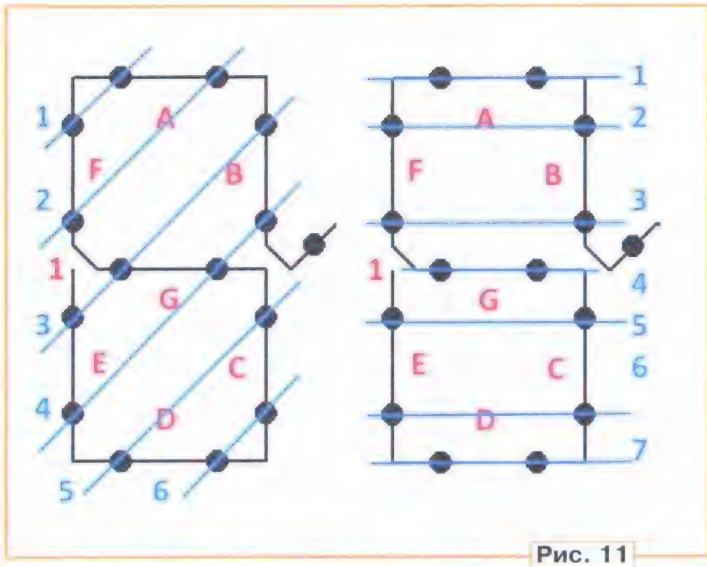


Рис. 11

зована в чёрном пластике, в третьем распечатана белым материалом. Автор выбрал сочетание 2 + 3.

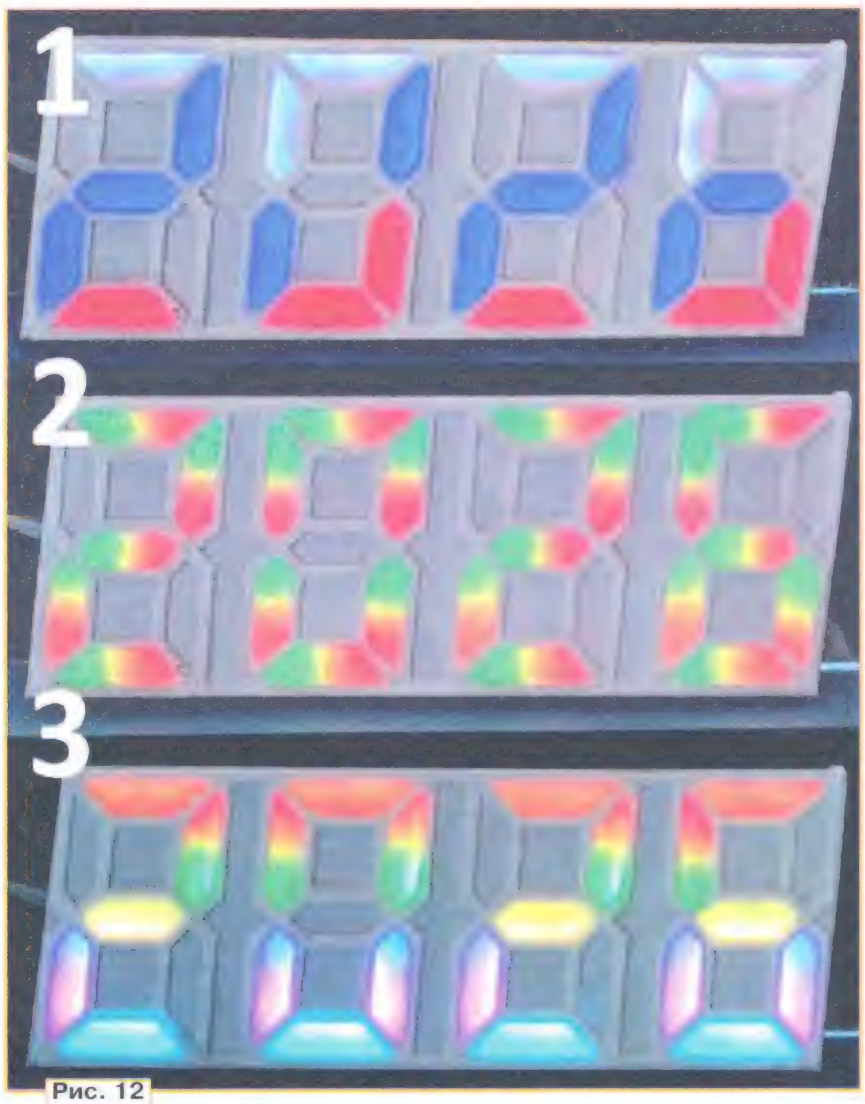


Рис. 12

Схема индикатора показана на **рис. 10**. Питание готового устройства осуществляется от сетевого блока питания с выходным напряжением 5 В и током не менее 500 мА. При проведении экспериментов удобно ограничиться одним знакоместом, используя отрезок ленты всего в 14 пикселей, и перекладывать его в различные варианты футляров. Скетч **ws2812b_7segmx4.ino** корректно работает-тестирует при числе знакомест от одного до четырёх.

Для реализации исходного замысла конструкции в красочном виде индикации удобно разбить светодиоды сегментов в группы-линии одинакового свечения, некое подобие градиента цвета, по диагонали (6 линий) или вертикали (7 линий) (**рис. 11**). Тогда программирование эффектов упростится, и внешний вид свечения будет праздничным (**рис. 12**). Виды 1 и 2 реализуют диагональный градиент цветов, вид 3 — вертикальный (скетч **ws2812b_7segmx4_2.ino**).

Базовая функция скетчей **znak_ (poz_, zif_, cvet_, M);** — авторская, её аргументы задают позицию выводимой цифры (0—3), её значение (0—9), цвет свечения сегментов или их сочетание в числах от 0 до 11. Последний аргумент задаёт яркость свечения цифры от 0 до 25 условных единиц.

Автор надеется, что тема будет интересна читателям и найдёт своё продолжение на страницах журнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Индикатор наступающего года. — Радио, 2001, № 11, с. 54, 55.

2. 7-SEG RGB CLICK, Click board; display; PWM; RGBDigit; prototype board; 3.3VDC, 5VDC. — URL: **https://clck.ru/3Lxwdx** (10.05.25).

3. Светодиодная лента TNALANT WS2812B RGBIC 2,7 мм. — URL: **https://clck.ru/3LxwW8** (10.05.25).

4. 7-сегментный RGB-индикатор. — URL: **https://clck.ru/3LxwYQ** (10.05.25).

***От редакции**. Файлы проекта находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/indicator.zip** на нашем FTP-сервере.*

Акустический выключатель подсветки дисплея городского телефона

С. СЕМИХАТСКИЙ, г. Ейск Краснодарского края

Взяться за эту разработку заставила необходимость — вышла из строя собственная подсветка ЖК-дисплея городского телефона с АОН (очень полезная функция в наше неспокойное время). Выяснить причину неисправности не удалось, а выбрасывать практически исправный аппарат как-то рука не поднялась.

Возможно, проводная связь кому-то покажется архаизмом, а предлагаемое устройство — из области экзотики. Но трагические события, которые случились в 2014 г. в г. Ейске и районе (сильнейший ураган, наводнение, полное отсутствие электроснабжения в течение трёх суток), показали, что в некоторых случаях надёжнее проводной связи нет ничего. Первыми отказали смартфоны, попросту не было возможности их заряжать, о ТВ речи вообще не шло, когда в розетке ноль!

Схема акустического выключателя показана на **рис. 1**. Он содержит электретный микрофон BM1, который преобразует акустические сигналы (в данном случае это акустические сигналы звонка телефона) и преобразует их в электрические. Резистор R1 задаёт режим работы микрофона по постоянному току. Усилитель сигналов звуковой частоты выполнен на ОУ DA1.1 по схеме инвертирующего усилителя. Делитель напряжения на резисторах R3, R4 обеспечивает режим работы ОУ DA1.1 по постоянному току. При необходимости чувствительность к звуковым сигналам и их частоте можно изменить подборкой резистора R5 и конденсатора C1. Необходимо иметь в виду, что выходное сопротивление усилителя на полевом транзисторе, встроенного в микрофон, существенно больше сопротивления резистора R1. Поэтому общий коэффициент усиления усилителя на ОУ DA1.1 равен R5/(R1+R2). Конденсатор C1 вместе с резисторами R1 и R2 образуют ФВЧ с частотой среза около 650 Гц. Это сделано для того, чтобы уменьшить чувствительность устройства к низкочастотным составляющим звуковых сигналов, тем самым уменьшить число ложных срабатываний на посторонние звуки и в конечном итоге уменьшить расход энергии источника питания.

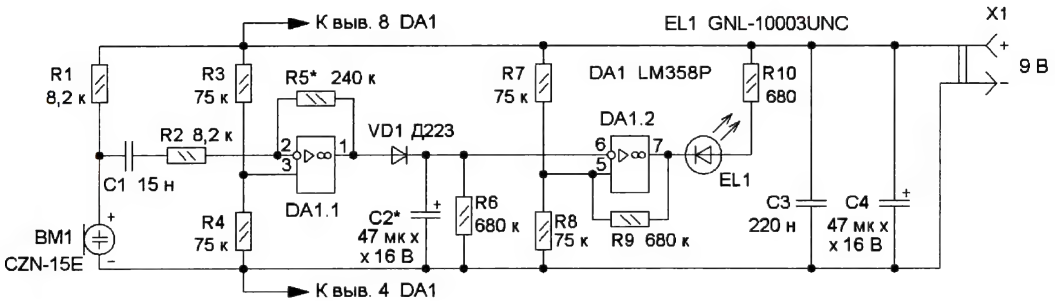


Рис. 1

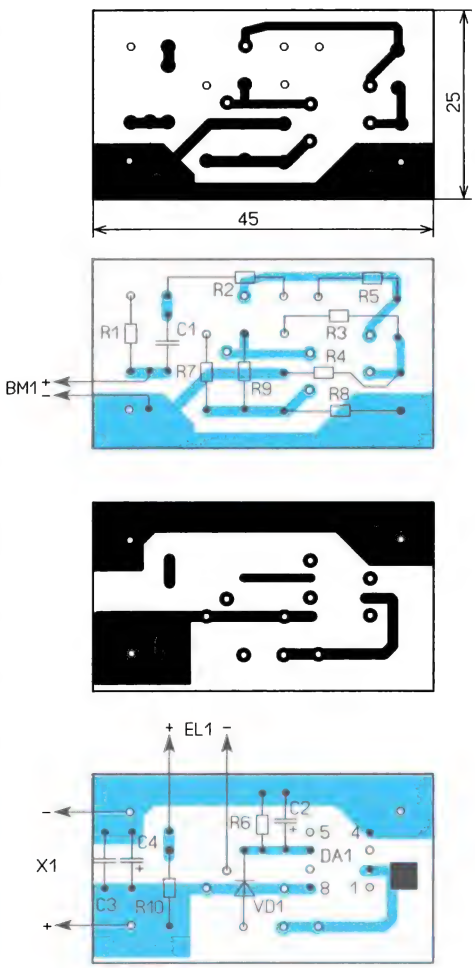


Рис. 2

Пиковый детектор сигналов звуковой частоты выполнен на элементах VD1 и C2. Его нагрузкой являются входное сопротивление ОУ DA1.2 и сопротивление резистора R6, которые соединены параллельно. На ОУ DA1.2 выполнен компаратор напряжения (триггер Шмитта), а светодиод повышенной яркости EL1 вместе с резистором R10, ограничивающим ток через него, обеспечивают подсветку дисплея телефона. Положительная обратная связь

с выхода ОУ DA1.2 на его вход через резистор R9 создаёт гистерезис в переключении компаратора. Этим устраняется так называемый "дребезг контактов" компаратора, чтобы светодиод EL1 светил постоянно с момента срабатывания выключателя и до его отключения с некоторой задержкой (чтобы не мигал как в цветомузыке).

Работает акустический выключатель следующим образом. В дежурном режиме при отсутствии шумов и посторонних звуковых сигналов, которые не превышают порог чувствительности, установленный резистором R5, на выходе ОУ DA1.1 (вывод 1) напряжение будет равно половине напряжения питания. А на инвертирующем входе компаратора на ОУ DA1.2 (вывод 6) напряжение будет меньше, вследствие падения напряжения на диоде VD1, чем на неинвертирующем входе компаратора (вывод 5), где оно равно приблизительно половине напряжения питания. Поэтому на выходе ОУ DA1.2 (вывод 7) будет высокий уровень напряжения, светодиод EL1 не светит.

Если на вход устройства поступят звуковые сигналы и их уровень достаточен для того, чтобы выпрямленное пиковым детектором постоянное напряжение на конденсаторе C2 превысило напряжение на выводе 5 ОУ DA1.2, компаратор переключается, напряжение на его выходе уменьшается почти до нуля, начинает светить светодиод EL1. Так будет продолжаться до тех пор, пока поступают звуковые сигналы и пауза между ними не превышает 10 с. После окончания сигналов ещё в течение 10 с светодиод будет светить. Этого времени вполне достаточно, чтобы рассмотреть номер телефона звонящего абонента и принять решение об ответе на звонок. Время послесвечения определяется временем разрядки конденсатора C2 через резистор R6 и входное сопротивление ОУ DA1.2 до напряжения, меньшего, чем на его выводе 5, после чего компаратор снова переключится, напряжение на его выходе увеличится до высокого уровня, светодиод погаснет, а устройство перейдёт в дежурный режим работы. С увеличением ёмкости конденсатора C2 время послесвечения увеличивается. Конденсаторы C3, C4 — помехоподавляющие по цепи питания, они предотвращают срабатывание выключателя от импульсных помех.

Практически все детали устройства смонтированы на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой приведён на **рис. 2**. Применены постоянные резисторы — МЛТ, С2-23 с допуском ±5 %, оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные малогабаритные; конденсаторы C1, C3 — К73-17, К10-17 либо аналогичные импортные. Диод Д223 можно заменить диодом серий Д220, КД521, КД522, 1N4148. Микросхему LM358P можно заменить отечественным аналогом — микросхемой серий КР1040УД1, КР1401УД5. Электретный микрофон может быть любым, подборкой резистора R1 устанавливают режим его работы по постоянному току в соответствии с техническими требованиями. Разъём X1 — колодка от батареи типоразмера 6F22. Внешний вид устройства показан на **рис. 3**.

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Для питания устройства в авторском варианте используется батарея гальванических элементов "Крона-ВЦ" (типоразмер 6F22). Ток потребления в дежурном режиме — 2 мА, при включённой подсветке — 6 мА. Для показанных на рис. 3 батарей продолжительность работы составляет около месяца. Также можно применять и другие источники питания, например сетевой блок питания ПУ-1М, "сетевую Крону" [1]. Удобно использовать батарею типоразмера 6F22 на основе NI-Cd, Ni-Mh [2] или Li-Ion, Li-Pol [3] аккумуляторов.

В качестве отражателя для светодиода использован отражатель от вышедшего из строя карманного фонаря. На **рис. 4** показан практический результат работы акустического выключателя.

Конструктивно печатная плата устройства располагается в корпусе из вышедшего из строя элемента питания "Крона-ВЦ", а практически весь акустический выключатель, за исключением электретного микрофона и отражателя со светодиодом, представляет собой два соединённых между собой корпуса типоразмера 6F22. Соединения микрофона BM1 и светодиода EL1 с печатной платой выполнены витыми парами из одножильного медного провода диаметром 0,5 мм в ПВХ-изоляции, что придаёт им достаточную жёсткость. Электретный микрофон расположен непосредственно под трубкой телефона и над динамической головкой громкоговорящей связи (**рис. 5**), места там вполне достаточно. Собственно сам телефонный аппарат располагается на тумбочке. Отражатель вместе со светодиодом располагается непосредственно над дисплеем телефонного аппарата, его поддерживает скоба, выполненная из медного одножильного провода диаметром 1,5 мм в ПВХ-изоляции от электрического кабеля ВВГ-Пнг 3х1,5 мм, закреплённая с помощью винта-самореза к основе зеркала из ДСП.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фурманский Е.** Сетевая "Крона". — Радио, 1974, № 11, с. 31.

2. Аккумулятор 9V Ni-MH 300mAh 6F22. 2ШТ для разных устройств. — URL: **https://clck.ru/3LqsKQ** (04.05.25).

3. Батарейка "Крона" ёмкость 1100 mAh 9V перезаряжаемая от USB. — URL: **https://clck.ru/3LqsQd** (04.05.25).

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2025/07/svet.zip** на нашем FTP-сервере.*

Викторина DFROBOT

DRIVE THE FUTURE

"Платы расширения DFRobot"

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

Китайская фирма Zhiwei Robotics Corp. была основана в 2008 г. Сейчас её головной офис размещается на "острове искусственного интеллекта" в парке Чжанцзян (г. Шанхай). Фирма также известна как DFRobot, что является сокращением надписи **D**rive the **F**uture **R**obot в полном варианте её логотипа.

Фирма одной из первых использовала свободное программно-аппаратное обеспечение для плат расширения (ПР) к модулям Arduino, Raspberry Pi, LattePanda. Каталог продукции насчитывает более 1300 изделий. Произведено 1,5 млн единиц продукции для 220 стран мира. Развивающие наборы используются в тысячах школ.

Девиз фирмы — "Будущее за роботами". DFRobot занимается разработкой, мелкосерийной сборкой и продажей отладочных модулей, ПР, учебных комплектов, готовых изделий, в той или иной степени связанных с робототехникой.

Классифицировать продукцию можно по первым буквам названия:

— DFRxxxx — оригинальные разработки DFRobot;

— SENxxxx — специализированные датчики;

— TELxxxx — радиочастотные модули;

— DRIxxxx — драйверы для аналоговых, шаговых и серводвигателей;

— ROBxxxx — наборы для сборки самодвижущихся роботов;

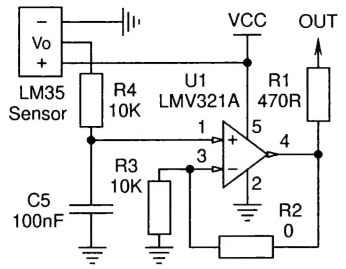
— KITxxxx — вспомогательные наборы.

Кроме того, существует внутреннее разделение продукции на комплексные семейства с запоминающимися маркетинговыми названиями: Gravity, Fermion, UNIHIKER, Maqueen, BOSON и т. д. Выпускаются также аналоги Arduino под марками DFRduino, EcoDuino, Bluno.

Электрические схемы ПР DFRobot свободно размещаются на сайтах **https://wiki.dfrobot.com/** и **https://github.com/DFRobot/Wiki/**. Однако некоторые схемы, разработанные в соавторстве со сторонними фирмами, не попадают под лицензию Open Hardware и являются закрытыми. Например, не удастся найти схему к перспективному модулю HuskyLens — это мощный и недорогой датчик машинного зрения с искусственным интеллектом. Его можно легко обучить распознаванию объектов, растений, животных, человеческих лиц, поверхностей, цветовых оттенков.

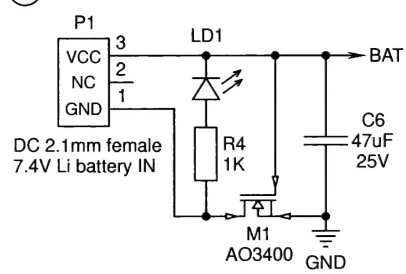
В **таблице** показаны фрагменты схем и фотографии внешнего вида изделий DFRobot. На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1 и записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 1677 или 1709, значит, все ответы правильные.

1 DFRobot DFR0023



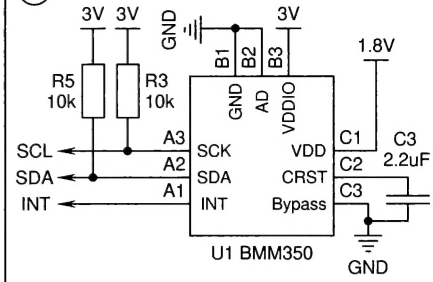
В каком интервале будет достоверна температура, измеренная датчиком LM35?
0 - от +5 до +125 °C;
1 - от –55 до +150 °C

2 DFRobot DFR0564



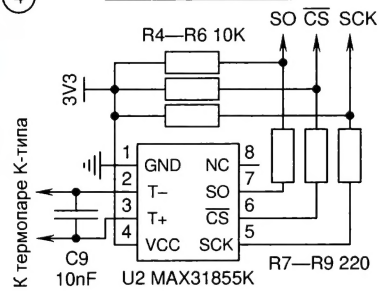
Какой цвет светодиода LD1 предпочтительнее выбрать в узле защиты от переполюсовки?
0 - красный, синий или зелёный;
1 - жёлтый или оранжевый

3 DFRobot SEN0619



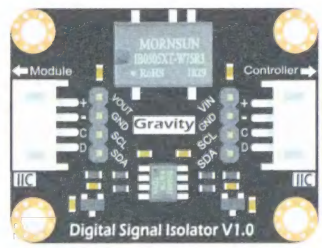
Можно ли без документации определить тип внешнего интерфейса в магнитометре U1?
0 - да (интерфейс, совместимый с Philips I²C);
1 - нет (может быть Philips I²C или MIPI I3C)

4 DFRobot DFR0558



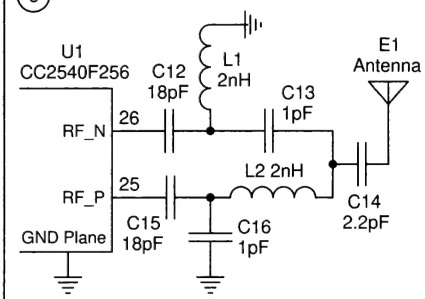
Можно ли подключить к чипу U2 термопару S-типа и измерить температуру +1300 °C?
0 - да;
1 - нет

5 DFRobot DFR0565



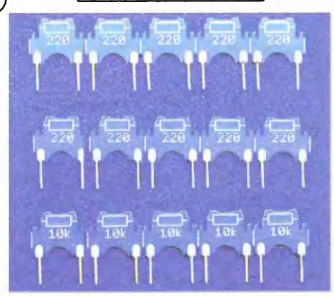
В чём смысл восьми металлизированных отверстий в контактных площадках круглой формы по углам платы?
0 - улучшение электрического соединения;
1 - фирменный дизайн и надёжность

6 DFRobot BLE-LINK



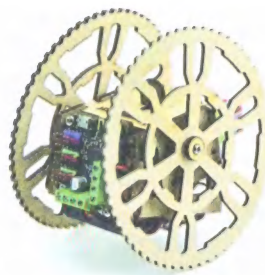
Какое назначение элементов L1, C13, L2, C16 на выходе 2,4 ГГц чипа U1 Bluetooth BLE?
0 - неизолированный балун;
1 - полосовой режекторный фильтр

7 DFRobot KIT0098



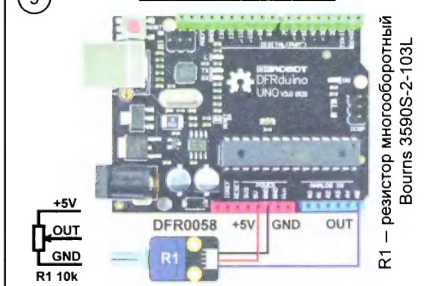
Какие ещё элементы SMD можно разместить на переходных платах для беспаечного монтажа?
0 - конденсаторы, диоды, транзисторы;
1 - светодиоды, предохранители, дроссели

8 DFRobot ROB0139



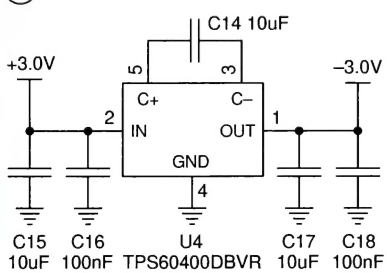
Применяется ли при сборке двухколёсного робота Flame Wheel Robot принцип "Luban lock"?
0 - да;
1 - нет

9 DFRrobot DFR0058



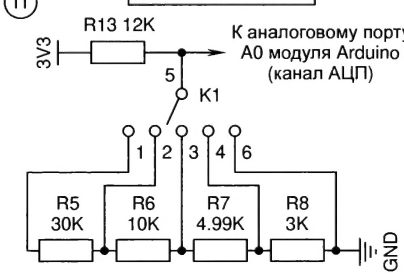
На какой угол надо повернуть вал переменного резистора 10 кОм, чтобы напряжение на входе порта A5 Arduino изменилось на 100 мВ?
0 - в пределах 5...10 градусов;
1 - в пределах 65...75 градусов

10 DFRobot SEN0244



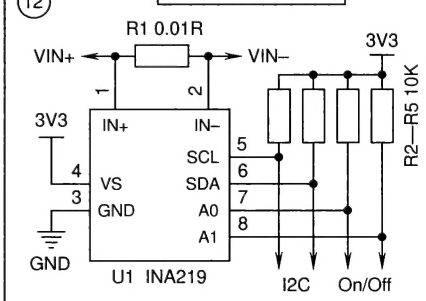
Как изменится напряжение в цепи –3.0V при увеличении тока нагрузки с 10 до 30 мА?
0 - увеличится по абсолютной величине;
1 - уменьшится по абсолютной величине

11 DFRobot DFR0507



Оптимально ли выбраны сопротивления резисторов R5—R8 для определения положения переключателя K1 с помощью АЦП?
0 - да, оптимальный выбор;
1 - лучше применить R6 15 к; R7 7,5 к; R8 3,74 к

12 DFRobot SEN0291



В каком порядке нужно выключать напряжения, поступающие на чип U1 измерителя тока?
0 - сначала VIN+ и VIN–, затем 3V3;
1 - порядок не имеет значения

ЖУРНАЛ

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Получатель АНО "Редакция журнала "Радио"
ИНН 7708187140,
р/с 40703810538090108833 в ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770201001

Цена одного номера журнала 2025 г. (с 1-го по 12-й номер) при покупке в редакции — 520 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 3840 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 6000 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 4080 руб.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2021	11—12	150 руб.	250 руб.	800 руб.
2022	1—9, 11—12	200 руб.	300 руб.	800 руб.
2023	3—4, 7—12	420 руб.	520 руб.	800 руб.
2024	1—12	490 руб.	600 руб.	900 руб.
2025	1—12	520 руб.	640 руб.	1000 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы. Наложенным платежом редакция журналы не высылает!

Подписные индексы журнала по каталогам: Официальный каталог Почты России П4014; КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032

Подписка на ПОЧТЕ РОССИИ

Подписка через КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ

Журнал "Радио" в интернет-магазине OZON

Dr.WEB®
Сделано в России

ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Dr.Web Security Space
защитит ваш цифровой МИР

Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга

Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО

Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях

Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения

Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств

Защита детей

Родительский контроль

- ✓ **Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО**
- ✓ **Круголосуточная техническая поддержка**
- ✓ **Бонус для покупателей — защита для Android**

Поддерживаемые ОС

ANDROID

Техподдержка компании «Доктор Веб»:
https://support.drweb.ru

Сайты компании «Доктор Веб» в социальных сетях:
https://www.drweb.ru/user/social

Сайты компании «Доктор Веб»:
https://антивирус.рф
https://drweb.ru

© ООО «Доктор Веб», 2021
125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный)
факс: +7 495 789-45-97